

SÉRIE A, N° 504

N° D'ORDRE 528

THÈSES

présentées

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

PAR

Gilbert COURS

Première Thèse :

LE MANIOC A MADAGASCAR

Deuxième Thèse :

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Soutenues le 23 mai 1950 devant la Commission d'examen

MM. COMBES

MANGENOT
DE CUGNAC

}

Président

Examineurs

FACULTÉ DES SCIENCES

Nom du Candidat : **COURS.**

Prénom : **Gilbert.**

Date de soutenance : 23 mai 1950.

Numéro d'ordre : Série A. 504. N° 528.

COURS (Gilbert). - Le Manioc
à Madagascar. — *Paris*, Impr. de
P. André, 1951. — In-8°, 184 p.,
fig., pl. en couleurs.

Th. Sc. Doct. Univ. Paris, 1950.
Sér. A. 504. N° 528.

COURS (Gilbert). - Le Manioc
à Madagascar. — *Paris*, Impr. de
P. André, 1951. — In-8°, 184 p.,
fig., pl. en couleurs.

Th. Sc. Doct. Univ. Paris, 1950.
Sér. A. 504. N° 528.

COURS (Gilbert). - Le Manioc
à Madagascar. — *Paris*, Impr. de
P. André, 1951. — In-8°, 184 p.,
fig., pl. en couleurs.

Th. Sc. Doct. Univ. Paris, 1950.
Sér. A. 504. N° 528.

COURS (Gilbert). - Le Manioc
à Madagascar. — *Paris*, Impr. de
P. André, 1951. — In-8°, 184 p.,
fig., pl. en couleurs.

Th. Sc. Doct. Univ. Paris, 1950.
Sér. A. 504. N° 528.

SÉRIE A, N° 504

N° D'ORDRE 528

THÈSES

présentées

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

PAR

Gilbert COURS

Première Thèse :

LE MANIOC A MADAGASCAR

Deuxième Thèse :

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Soutenues le 23 mai 1950 devant la Commission d'examen

MM. COMBES

MANGENOT

DE CUGNAC

Président

Examineurs

}

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

Doyen. M. A. CHATELET.

PROFESSEURS

G. JULIA.	T	Analyse supérieure et Algèbre supérieure.	PIVETEAU.	T	Géologie.
A. DENJOY	T	Théorie des Fonctions.	ROCARD.	T	Physique.
L. LUTAUD	T	Géographie physique et Géologie dynamique.	H. CARTAN	T	Mathématiques générales.
E. DARMOIS. . . .	T	Enseignement de Physique.	SCHAEFFER	T	Physiologie des fonctions.
Robert LÉVY	T	Physiologie comparée.	LAFFITTE.	T	Chimie (P. C. B.).
Henri VILLAT . . .	T	Mécanique des fluides et applications.	FAVARD		Calcul des probabilités et Physique-Mathématique.
Ch. JACOB	T	Géologie.	COULOMB.	T	Physique du globe.
P. PASCAL	T	Chimie générale.	M ^{lle} COUSIN. . . .	T	Biologie animale (P. C. B.).
M ^{me} RAMART-LUCAS	T	Chimie organique.	CHRÉTIEN.		Chimie (P. C. B.).
FOCH	T	Mécanique physique et expérimentale.	P. DRACH		Zoologie.
PAUTHENIER. . . .	T	Electrotechnique générale.	KASTLER.		Physique.
De BROGLIE. . . .	T	Théories physiques.	CHATELET	T	Arithmétique et théorie des nombres.
JOB	T	Chimie générale.	EPHRUSSI	T	Génétique.
PRENANT.		Anatomie et Histologie comparées.	WURMSER	T	Biologie physico-chimique.
COMBES	T	Physiologie végétale.	BAUER	T	Chimie-Physique.
GARNIER.	T	Géométrie supérieure.	RIVIERE		Géologie (P. C. B.).
PÈRÈS	T	Mécanique rationnelle.	GAUTHERET		Biologie Végétale (P. C. B.).
HACKSPILL	T	Chimie minérale.	LUCAS.		Physique.
LAUGIER.	T	Physiologie générale.	A. THOMAS		Evolution des êtres organisés
TOUSSAINT	T	Technique Aéronautique.	ARNULF		Optique appliquée.
M. CURIE	T	Physique (P. C. B.).	MAX MORAND . . .		Physique.
G. RIBAUD	T	Hautes températures.	SOLEILLET		Physique.
CHAZY	T	Mécanique analytique et Mécanique céleste.	FORTIER.	T	Mécanique expérimentale des fluides.
CROZE	T	Physique théorique et Physique céleste.	DANJON	T	Astronomie.
DUPONT	T	Théories chimiques.	FROMAGEOT		Chimie Biologique.
VALIRON.	T	Calcul différentiel et Calcul intégral.	LAPORTE.		Physique générale et Radioactivité.
BARRABÉ.	T	Géologie structurale et Géologie appliquée.	JANET.		Mathématiques générales.
VAVON	T	Analyse et mesures chimiques.	PETIT.	T	Biologie maritime.
G. DARMOIS. . . .	T	Calcul des probabilités et Physique mathématique.	QUENEY	T	Météorologie et dynamique atmosphérique.
Jacques BOURCART		Géographie physique et Géologie dynamique.	GALLIEN.		Biologie animale (P. C. B.).
AUBEL	T	Chimie biologique.	EICHHORN.		Biologie végétale (P. C. B.).
M ^{me} JOLIOT-CURIE.	T	Physique générale et Radioactivité.	DE CUGNAC		Biologie végétale (P. C. B.).
PLANTEFOL	T	Botanique.	LAVAL.		Physique (P. C. B.).
CABANNES	T	Recherches physiques.	M ^{lle} CAUCHOIS . . .		Chimie-Physique.
GRASSÉ	T	Evolution des êtres organisés.	THIELLIER.		Physique du Globe.
PRÉVOST.	T	Chimie organique.	AUDUBERT		Electrochimie.
BOULIGAND	T	Application de l'analyse à la Géométrie.	L'HÉRITIER		Génétique.
CHAUDRON	T	Chimie appliquée.	GRIVET	T	Radio Electricité.
WYART	T	Minéralogie.	PONCIN		Mécanique des fluides.
TEISSIER.	T	Zoologie.	THIRY.	T	Mécanique appliquée.
MANGENOT	T	Biologie végétale.	DUBREIL.		Mathématiques générales.
P. AUGER	T	Physique quantique et relativité.	QUÉLET		Chimie (P. C. B.).
MONNIER.		Physiologie générale.	CAGNIARD		Géophysique appliquée.
			CHAMPETIER. . . .		Chimie appliquée.
			CUVILLIER		Géologie structurale et Géologie appliquée.
			JUNG		Pétrographie.
			TRILLAT		Physique (P. C. B.).
			WIEMANN.		Chimie (P. C. B.).
			LICHNEROWIEZ . .		Mathématiques.
			JACQUINOT		Physique (P. C. B.).
			VASSY.		Physique de l'atmosphère.
			DESTOUCHES. . .		Théories Physiques.

Secrétaire. Ch. MONIER.



LE MANIOC A MADAGASCAR

par

Gilbert COURS (1)

INTRODUCTION

C'est en 1738 que le manioc fit son apparition à la Réunion, introduit par la Compagnie des Indes ; en 1739, le Marquis de la Bourdonnais apporta les premiers bois de cette plante dans l'Ile de France (Ile Maurice) ; enfin, une cinquantaine d'années plus tard, elle arriva à Madagascar, où sa culture se répandit lentement au début.

Les indigènes en bouturèrent quelques pieds à côté de leur case, dans le carré consacré à la culture des plantes vivrières. Dès que les mérites de cette plante furent mieux connus, ils la plantèrent en lignes ou en carrés : ce fut le début de la culture primitive.

En fait, cette *culture primitive* se perpétue toujours dans tous les endroits reculés de Madagascar : le sol est simplement débroussaillé et brûlé, les boutures fichées au sol à l'aide d'un coup d'angady (2). Parfois, avant la mise en place des boutures, le sol est sommairement retourné avec le même instrument.

En toutes régions, le rendement ne dépasse pas 5 tonnes à l'hectare, sauf sur les anciens parcs à Bœufs, où la récolte peut être doublée.

Dès 1900, et surtout après la Grande Guerre, les besoins en matière amylacée deviennent importants ; les cours pratiqués s'élèvent de plus en plus et incitent les planteurs à accroître la production ; l'extension des cultures s'ensuit : la plupart des domaines sont agrandis et toutes les terres propices au manioc sont mises en valeur. Les indigènes participent de leur côté à cette course aux surfaces, le manioc s'étend sur les propriétés communales et les petites concessions.

Au cours de cette période, que l'on appellera *phase de la culture extensive*, le sol est brûlé, labouré à une profondeur de 15 à 20 cm., à l'aide d'une charrue à Bœufs ; un coup de herse termine sa préparation et les

(1) Docteur de l'Université de Paris. Chef du Service de la Recherche Agronomique à Madagascar.

(2) Sorte de pelle-bêche agissant par percussion.

plantations sont faites entre 0 m. 70 et 1 mètre en tout sens. Comme la rotation des cultures n'est pas pratiquée, on remédie à l'épuisement du terrain par l'emploi de fumier de ferme, ou bien on abandonne le terrain pendant quelques années.

Les planteurs s'aperçoivent assez vite que le rendement de 8 à 15 tonnes obtenu en culture extensive n'est que très peu rentable, car, pour planter de vastes étendues, il faut disposer d'un matériel important et d'un nombre élevé d'animaux, puisque toutes les façons se font à l'aide de Bœufs.

Pour réduire le prix de revient, une seule solution s'impose : accroître le rendement à l'unité de surface tout en n'augmentant que dans de faibles proportions les frais de culture. On entre alors dans une nouvelle phase : *la phase évolutive*.

Les premiers tracteurs apparaissent ; les labours sont mieux exécutés et deviennent plus nombreux ; on emploie le fumier de ferme, les engrais verts, les phosphates ; les soins d'entretien s'exécutent dans de meilleures conditions, on utilise des variétés plus productives, enfin les planteurs préfèrent réduire les surfaces plantées pour se consacrer plus complètement à la partie en culture.

Comme le manioc répond bien aux soins donnés, les rendements doublent au cours de ces premiers perfectionnements de la culture.

Devant les bons résultats fournis par la phase évolutive, des planteurs s'emploient à poursuivre les améliorations et entrent résolument dans une nouvelle phase : celle de la *culture intensive*.

Ce système cultural se caractérise par des labours profonds, la restitution au sol des éléments exportés, l'adaptation de variétés à coefficient d'utilisation élevé, des soins d'entretien parfaits.

Le rendement actuel de la culture intensive varie entre 40 et 50 tonnes à l'hectare, mais il est susceptible d'être amélioré.

Selon l'état d'évolution des régions et des plantations, on trouve à Madagascar l'un ou l'autre de ces 4 stades ; mais dans les grandes régions à manioc, celles où se trouvent les industries, les planteurs sont entrés dans la phase évolutive ou ont même atteint le stade de la culture intensive.

Madagascar exporte les 4/5 du tapioca consommé en France, de la fécule et quelques milliers de tonnes de cossettes ou bouchons. D'autre part, tous les Malgaches, et plus spécialement ceux du Sud, consomment du manioc cuit sous les cendres ou bouilli. Aux Comores, il constitue, mélangé au lait de coco, un gâteau apprécié par la population.

Le congrès des plantes féculentes tenu à Marseille en septembre 1949 a fait ressortir la haute qualité du tapioca malgache, qui a éliminé du marché ses concurrents africains et asiatiques. Ce résultat est dû aux efforts des planteurs et des industriels qui ont mis tout en œuvre pour obtenir des produits de qualité ; les premiers, en modernisant la culture et en éliminant les variétés inférieures, livrent à l'industriel une matière

première sans reproche ; les seconds apportent chaque année à leur usine les perfectionnements dictés par le progrès industriel.

La culture du manioc fut mise en péril en 1935 au moment où la mosaïque s'étendait rapidement et faisait disparaître en deux ans le manioc du pays, qui était la variété la plus cultivée. Dès le début de l'alerte, la Station de l'Alaoira s'organise pour créer des clones résistant au nouvel ennemi. Ce fut le point de départ d'une étude de cette espèce et d'une sélection méthodique ; un important matériel vivant fut rassemblé en collection.

Une étude sur le manioc devait nécessairement commencer par un examen minutieux de l'espèce, la description des caractères avec leur division en types, un essai de classification des variétés actuellement cultivées et se poursuivre par les observations sur la vie de la plante.

Dans cette seconde partie de l'étude, le grain de fécule a été particulièrement suivi depuis sa naissance dans la racine jusqu'à la dernière phase de l'usinage. Les facteurs de rendement ont été examinés et mesurés. L'étude traite ensuite de la description des travaux d'amélioration entrepris à la Station Agricole de l'Alaoira et se termine par des conseils adressés aux planteurs.

La presque totalité des essais et des observations ayant été faits à la Station Agricole de l'Alaoira, il est donné ci-dessous les principales caractéristiques climatiques de cet établissement.

Altitude : 770 mètres. Latitude : 17°, 40 sud.

Mois	Pluie moyenne en m/m.	Etat hygro- métrique moyen	Températures moyennes			Insolation en heures et 1/10° d'heure par jour	Déplace- ment du vent en km. par jour
			max.	min.	moy.		
Janvier	244,8	75,7	28,44	18,22	23,33	3,50	244,3
Février	341,8	78,1	27,91	18,25	23,08	2,63	222,6
Mars	177,7	76,8	28,23	18,89	23,56	3,42	229,1
Avril	27,6	73.—	27,16	15,96	21,56	4,32	234,6
Mai	6,4	71.—	26.—	13,58	19,78	5,35	244,9
Juin	6,2	70,9	24,04	11,57	17,80	5.—	250.—
Juillet	14,1	73,3	23.—	10,97	16,97	5,76	291.—
Août	5,8	69,7	23,77	10,79	17,28	5,87	328,6
Septembre ..	1,5	66.—	24,69	11,82	18,25	7,59	347,3
Octobre	28,6	64,4	27,93	13,10	20,51	8,29	351,8
Novembre ..	66,1	63,3	28,56	15,36	21,96	7,72	293,5
Décembre ..	19,4	69.—	29,46	17,62	23,48	5.—	240,7
Total annuel.	1140,2						
Moyenne ...		70,9	26,59	14,67	20,63	5,37	273,2

Dans cette étude, la couleur des organes examinés a été définie d'après le Code Universel des Couleurs de SÉGVY ; d'autre part, pour éviter des répétitions, le mot variété a été employé dans le même sens que clone.

Dans le texte, la désignation des variétés attire les remarques suivantes : le numéro qui précède ou qui suit, parfois, la dénomination d'un clone (*Paloma* 26) indique sa place dans la collection. Les clones créés à la Station Agricole de l'Alaotra ne sont désignés que par un nombre. S'il est inférieur à 500, il s'agit d'un clone entré en collection et désigné par son numéro d'ordre ; dans le cas contraire, le chiffre concerne le numéro d'ordre du registre des hybridations. Les clones méritants en cours de diffusion ont été désignés par un nombre de 2 chiffres au plus, précédé du mot hybride (H. 21, par ex.).

Je tiens à remercier M. Maistre, ancien Directeur du Laboratoire de phytogénétique de Tananarive et M. Peltier, Chef des Recherches Génétiques de la Station Agricole de l'Alaotra, qui m'ont éclairé de leurs précieux conseils ; Marc Rabarijaona, l'éminent dessinateur de cette même Station, pour sa contribution à la rédaction des planches en couleurs, et Ramahadimby, chargé de la sélection qui, avec son équipe de spécialistes, m'a permis de mener à bien tous les travaux.

La Romieu, Gers, janvier 1950.

PREMIERE PARTIE

DESCRIPTION DES CARACTERES ET CLASSIFICATION DES CLONES

I. — LES BOIS

Par bois, on entend la partie aérienne du manioc, à l'exception des feuilles.

La jeune pousse émise par la bouture s'allonge pour se diviser à un moment donné en 3 branches. Après un certain temps de croissance, celles-ci se divisent à nouveau par trichotomie.

Les bois adultes sont noueux, glabres, très cassants, recouverts d'un liège dont la couleur variable constitue un caractère variétal. Généralement, au cours de la saison froide, l'extrémité des bois dépérit et meurt sur une longueur d'autant plus grande que l'hiver est plus long ou plus froid. La partie aérienne ne résiste pas aux gelées.

Les insectes (*Heteronychus plebejus*, larves d'Elatérides) affectionnent les bois tendres, insuffisamment aoutés qu'ils attaquent directement en rongant l'écorce. Sur les bois trop durs, la pénétration se fait à la base de la bouture par le canal de la moelle.

Les bois se déshydratent difficilement ; des boutures exposées plusieurs mois au soleil émettent sans difficulté des racines lorsqu'elles sont plantées.

Il sera vu successivement :

- A. — Divers états sous lesquels se présentent les bois.
- B. — Constitution des bois.
- C. — Anatomie.
- D. — Constitution chimique.

A. — DIVERS ETATS DES BOIS

Les pousses, les rameaux, les tiges, les branches, les gourmands seront examinés.

a) LA POUSSE OU BOURGEON ACTIF

Après le bouturage, ou chaque année après la saison froide, la reprise de la végétation se manifeste par l'apparition de pousses formées de jeunes

bois entouré de feuilles plissées en cours d'épanouissement. On désignera également sous le nom de pousse la partie terminale des rameaux en voie de croissance active (fig. 1).

La coloration des jeunes feuilles et le temps pendant lequel persiste la couleur (= temps d'imprégnation) constituent des caractères variétaux.



Fig. 1. — Rameau de manioc (partie située au-dessous de la fourche) surmonté de trois pousses.

Coloration des jeunes feuilles. — 4 types seront distingués :

Type 1. — Les feuilles sont complètement vertes (vert 266, 326) comme chez le *Kapaika* 52, le *Mahogofotsy* 46, ou très légèrement colorées (jaune 297, vert 357) comme dans le cas du *Bouquet* et du *Java* (Pl. 1-a).

Type 2. — Les jeunes feuilles peu colorées possèdent des reflets cuivrés, mais la teinte verte fondamentale s'aperçoit encore (jaune 315, vert 422 ou 427) (Pl. 1-b). Dans ce groupe se rencontrent les variétés *Sao Pedro Preto*, *Bassiorao*, *Bogor*, *Ankrah*.

Type 3. — Les jeunes feuilles apparaissent franchement colorées (Pl. 1-c). Elles sont à reflets bronzés, violet clair ou violet métallique (rouge 41, 111, 116, 117, violet 641, 666, 686, brun 701). Les variétés *Nakasoga*, *Nodewide*, *Criolina*, *Australia* entrent dans ce type.

Type 4. — Les jeunes feuilles sont vivement colorées par une série de teintes allant du violet foncé (rouge 56 comme le *Tapicura* ou le *Madras* 65) au violet noirâtre (violet 631 et 651) (Pl. 1-d), comme les numéros 2.249 et 2.254.

La coloration des jeunes feuilles est d'autant plus accentuée que les plantes se trouvent dans une phase plus active de végétation. Sur les sols pauvres, dans les régions froides et en hiver, les couleurs s'atténuent.

Pour ces raisons, on ne peut utiliser ce caractère que pour séparer des variétés présentant suffisamment de différence. La présence de nombreux intermédiaires tend d'autre part à faciliter les erreurs.

Temps d'imprégnation. — Les couleurs ci-dessus s'atténuent au fur et à mesure de l'épanouissement de la feuille pour disparaître complètement ensuite. Comme il est difficile de mesurer le temps pendant lequel le limbe demeure coloré, on exprimera le temps d'imprégnation par le nombre de feuilles qui portent, à la fois sur la pousse, la couleur considérée. Généralement, les teintes persistent jusqu'à l'apparition de la 5^e ou 6^e feuille.

Variété	Nombre de feuilles à la fois colorées = Temps d'imprégnation
Malinde; Negrita 15, Trinidad de Maurice	3
Negrita de Maurice; Paloma	4
Fotsy 64, Voalohangy	5 (Pl. 1-e)
Tapicura N° 2.087; N° 1.182	6
Numéro 1.407; N° 169	7
Numéros : 3.064; 3.068; 3.085	8
Numéros : 2.311; 10.860	9
Numéros : 3.063; 27.762	10
Numéros : 5.883; 5.910; 6.234	11
Numéro : 3.111	12
Numéro : 3.092	13 (Pl. 1-f)

Sur les variétés à pousses du type 0, le temps d'imprégnation ne peut être distingué puisque la jeune feuille porte la même couleur que la feuille adulte.

b) LE RAMEAU

La pousse en cours d'aboutement, qui ne s'allonge plus, sera appelée rameau. Dans l'examen des clones, on ne considérera comme rameau que

les parties se trouvant au-dessous d'un début de ramification (fig. 1). Un rameau qui n'a pas commencé à se diviser doit être considéré comme une pousse. Au contraire, après l'aoutement, le rameau se transforme en tige ou branche.

Sur les rameaux, on distingue, comme on le verra plus loin, des côtes, des cannelures placées entre les côtes et les stipules situées à la base du pétiole. Les couleurs portées par ces organes constituent des caractères variétaux. On distinguera 8 associations de couleurs. Par teinte vive, on entend le rouge, le violet ou le brun-rouge ; par couleur claire, le vert ou le jaune.

- Type 1. — Les rameaux sont entièrement vert ou vert foncé ; du type vert 386, 416 et 421. Les variétés *Bogor*, *Tapicura*, *Nakasoga*, *Valenca* entrent dans ce groupe (Pl. II-a).
- Type 2. — Les rameaux sont entièrement vert jaunâtre ou jaune, correspondant au jaune 266 ou vert 346, 347 ou 361. Les clones *Borbona d'Ambatolampy*, *Mahogofotsy* et *Kapaika* 52 appartiennent à ce type (Pl. II-b).
- Type 3. — La couleur vive ne colore que les stipules ; parfois très légèrement : *Java*, *Bassiorao*, *Lemerle* (Pl. II-c).
- Type 4. — La couleur claire couvre une surface plus importante que la couleur vive. Cette dernière ne colore que les stipules et légèrement les côtes : *Australie*, *Fenakoho*, *Bouquet de la Réunion* (Pl. II-d).
- Type 5. — La couleur vive et la couleur claire couvrent des surfaces égales : *Mitay*, *Aïpi Valenca*, *Cassave Beurrine* (Pl. II-e).
- Type 6. — La couleur vive est plus importante que la couleur claire qui n'apparaît que sur de petites surfaces dans les cannelures : *Madras* 59, *Paloma*, *Sao Pedro Preto* (Pl. II-f).
- Type 7. — Les rameaux sont entièrement rouge ou rouge violacé : rouge 36, 51 ou 106 ; violet 661 ; brun-rouge 711. Les variétés *Criolina*, Hybr. 33, Numéro 228, entrent dans ce groupe (Pl. II-g).
- Type 8. — Les rameaux sont violet ou brun-rouge appartenant à l'une des couleurs ci-après : violet 631, 666 ou brun-rouge 706. Le *Nodewide* et le numéro 6 appartiennent à cette catégorie (Pl. II-h).

Comme pour les pousses, les rameaux sont d'autant plus colorés qu'ils se trouvent dans une phase plus active de croissance. En hiver, sur terrain pauvre et en altitude, les couleurs sont moins vives. Cependant, comme la classification repose sur la proportion des teintes claires par rapport aux

vives et ne tient pas compte de la vigueur du fon, il est facile de classer chaque variété dans le type qui lui convient.

Comme les teintes claires vont du jaune au vert foncé et les couleurs vives du rouge au brun-rouge, il peut entrer dans chacun des types 3, 4 et 5 des clones porteurs de nuances assez différentes. Dans le groupe 4 rentrent par exemple : le *Cassave Beurrine* à couleur vive carminée et le 2 B dont la couleur vive est représentée par du rouge violacé.

c) LES TIGES

Généralement, chaque bouture donne naissance à plusieurs tiges que l'on appelle également talles. Les variétés issues de la descendance du *Nakasoga* sont assez souvent à une seule tige ; le *Criolina*, par contre, se trouve presque toujours à plusieurs talles.

LA COULEUR DES TIGES A UN AN. — Au cours de son vieillissement, la couleur du rameau se modifie peu à peu, les teintes vives s'estompent et, après l'aboutement, le bois, alors âgé d'un an, prend une coloration nouvelle. 4 couleurs peuvent être définies :

Type 1. — Tiges gris cendré tirant sur le vert glauque ou le vert foncé (Pl. III-a). L'examen de ces bois laisse toujours ressortir un reste de couleur verte. On trouve dans cette catégorie :

<i>Bassiorao</i>	vert	371
<i>Calabar</i>	bleu	525
<i>Aïpi Valenca</i>	vert	401
Numéro 228	vert	405
Numéro 5	orange	235

Type 2. — Tiges vert olive laissant toujours ressortir la couleur jaune (Pl. III-b).

<i>Australia</i>	vert	428
<i>Borbona d'Antsirabe</i>	rouge	20
<i>Java</i>	orange	233

Type 3. — Tiges acajou avec les variétés ci-après (Pl. III-c) :

<i>Bouquet de la Réunion</i>	orange	176
<i>Cassave Beurrine</i>	orange	231
<i>J. B.</i>	brun	696

Type 4. — Tiges gris-brun ou gris noirâtre (Pl. III-d) :

<i>Sao Pedro Preto</i>	jaune	390
<i>Nodewide</i>	rouge	120
<i>Hybr. 33.</i>	vert	434

Il est parfois difficile de classer certaines variétés dans le type 1 ou le type 2. L'examen se portera alors sur les bois de deux ans, où la couleur se précise mieux.

LA COULEUR DES TIGES A DEUX ANS. — Le liège non extensible qui recouvre les bois se craquelle au cours du grossissement de la tige. Des trainées plus claires apparaissent alors au cours de la 2^e année sous le liège ancien. Ce dernier doit être seul considéré : Quatre types de couleur de tige seront distingués au cours de la deuxième année.

Type 1. — Tiges vert d'eau répondant aux couleurs vert 328, 357 et 435 ; jaune 307 ; bleu 493 (Pl. III-c) et représentées par les variétés *Tapicura*, *Mangui*, *Bassiorao*.

Les talles du type 1 la première année demeurent dans le même groupe au cours de la seconde lorsque le liège de la racine n'est pas coloré (type 1). Si ce liège est noir (type 2), les tiges passent au cours de leur deuxième année de croissance au type 4.

Type 2. — Tiges gris jaunâtre appartenant au vert 405 ou l'orange 223 (Pl. III-f).

Les variétés *Malinde*, *Borbona d'Antsirabé*, *Shelisheli*, *Australia*, *Singapor* entrent dans ce type.

Les tiges classées dans le type 2 la première année demeurent dans ce groupe la seconde année de croissance si le liège de la racine est neutre (type 1). Si ce liège est coloré (type 2), les bois virent au type 3 au cours de la deuxième saison.

Type 3. — Tiges acajou (Pl. III-g). Cette couleur très apparente dès la première année demeure aussi nette au cours de la deuxième. Les teintes se rapportent au rouge 114, 115 et 176 ; orange 231 ; brun-rouge 713 et 718. Le liège de la racine est toujours coloré (type 2).

On trouve dans ce groupe : *Bouquet de la Réunion*, *Cassave Beurrine*, I B.

Type 4. — Tiges noir raisin ou chocolat répondant aux couleurs rouge 86, violet 682, bleu 515 (Pl. III-h). Dans cette catégorie entrent le *Nodewide*, *Sao Pedro Preto*, *Criolina*, *Bogor*. Les tiges du type 4 la première année demeurent toujours dans ce même groupe la deuxième.

RELATION ENTRE LA COULEUR DES RAMEAUX ET DES TIGES. — Les rameaux vert du type 1 donnent des bois du type 1, ou 4 si le liège de la racine est du type 2 (liège coloré).

Les rameaux du type 2 donnent au cours de l'année des bois du type 2, ou 3 si le liège est du type 2.

Lorsque les rameaux appartiennent aux groupes 3, 4, 5 ou 6, les bois peuvent être de couleur variable. Par exemple, dans le groupe 5 le 2 B.

donne du bois 1, l'*Antsirabe* du bois 2, le *Cassave Beurrine* du bois 3 et le *Sao Pedro* du bois 4.

Les rameaux du type 7 donnent des bois du type 2 (N° 227), si le liège de la racine est coloré (N° 230) ; les rameaux du groupe 8 donnent par contre du bois 1 (N° 6) ; ou 4 si le liège de la racine est du type 2 (*Nodewide*).

Comme on le voit, la couleur des bois se trouve en corrélation avec celle du liège des racines, tandis que la relation entre la couleur des rameaux et celle des bois ne se remarque que dans les types extrêmes (1, 2, 7 et 8).

d) LES BRANCHES

DIVISION ATYPIQUE. — Certains clones comme l'H. 36 échappent à la division normale par trichotomie dont il va être question au paragraphe suivant.

La partie terminale du talle développe quelques-uns de ses yeux afin d'assurer la croissance de l'individu. Pendant ce temps, l'extrémité de la tige donne naissance à une inflorescence particulièrement développée (fig. 2).

DIVISION NORMALE. — Après un certain temps de croissance, variable selon les variétés et le moment de la plantation, la tige se ramifie en donnant 3 branches (fig. 1). Parfois ce point de ramification ou fourche pri-



Fig. 2. — Division atypique d'une tige de H. 36.

maire ne fournit que 2 branches ; d'autres fois, on en compte 4 et même 5 (fig. 3). Les branches primaires s'allongent et, après avoir donné un certain nombre de nœuds, elles fournissent chacune une fourche secondaire avec des branches de deuxième ordre. A leur tour ces derniers organes

donnent des fourches tertiaires.

Cette division est indéfinie sans cependant jamais se répéter plus de 10 fois.

Le nombre de nœuds portés par la tige et les branches est assez constant pour une variété plantée dans des conditions données. Ce caractère, qui peut permettre de séparer des clones plantés dans le même milieu, retient les observations ci-après :

1° Le nombre de nœuds de la tige est d'autant plus faible que la variété est à port plus bas et qu'elle se trouve dans des conditions de croissance plus favorables (voir paragraphe suivant).

2° Le nombre de nœuds de la tige peut être plus faible ou plus élevé que celui des nœuds des branches primaires. La relation entre ces 2 nombres permet de définir le port de la plante (voir page 215).

3° Le nombre de nœuds décroît à partir des branches primaires en allant vers l'extrémité.

L'examen de quelques variétés a donné les chiffres ci-après :

Nombre moyen de nœuds trouvés sur les branches

Variétés	Primaires	Secondaires	Tertiaires	Quaternaires	de 5 ^e ordre
H. 31	18,2	13,6	8,8	7,3	»
H. 32	15,3	14,6	11	9,4	9
H. 33	23,7	20,7	12	6,6	»
H. 34	16,8	16,5	14,3	11,7	»
H. 35	22,9	16,7	9,2	5,1	»

4° Le nombre de nœuds rencontrés sur les branches primaires demeure assez constant lorsque les conditions de milieu varient.

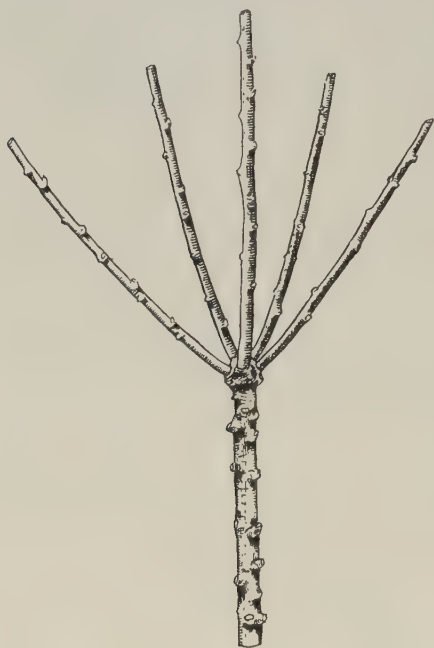


Fig. 3. — Fourche ayant donné 5 branches.

Nombre moyen de nœuds rencontrés sur les branches primaires

Variétés	Sol riche	Sol moyen	Sol pauvre
H. 31	18,2	16,9	15
H. 32	11,5	13,3	15,6
H. 33	24	22,9	22
H. 34	18	17,2	16,2
H. 35	23	22,6	23,2
Java	15,7	15,8	14,6
Bouquet de la Réunion	23,3	15,4	14,9
Cassave Beurrine	17,5	17,7	16,3

Pour des conditions de milieu analogues, les variations rencontrées dans le nombre de nœuds sont encore plus faibles.

LE PORT DU MANIOC. — La hauteur des tiges, la rapidité avec laquelle elles émettent des ramifications et des gourmands, la longueur des méristhalles et leur disposition en ligne droite ou brisée constituent des caractères variétaux, dont l'association confère à la plante son aspect particulier que l'on appellera : *port*.

Un nombre important de facteurs concourent donc à donner le port du manioc, mais on peut définir ce dernier d'une façon suffisamment précise par la relation qui existe entre le nombre de nœuds de la tige principale et celui des branches primaires.

Cinq types de ports seront définis :

1° *Port en boule* (fig. 4). — On vient de voir que parfois la plante ne se divise pas selon le mode normal et ne porte pas de fourches. Les gourmands très serrés donnent alors au manioc jeune l'aspect d'une boule. Au



Fig. 4. — Port en boule : H. 36.

fur et à mesure du vieillissement la boule change de forme, s'étire et le pied prend alors une forme conique. Si les gourmands s'allongent plus que la tige principale, la plante prend l'aspect d'un cône renversé, variété type H. 36.

2° *Port rampant*. — Dans le port rampant, le nombre de nœuds de la tige principale est inférieur ou égal au nombre de nœuds comptés sur les



Fig. 5. — Port rampant : n° 6.523.

branches primaires. La plante très basse semble ramper sur le sol. Variété type N° 6.523 (fig. 5).

3° *Port étalé*. — Le nombre de nœuds de la tige principale est supérieur à celui des branches primaires mais ne dépasse jamais le double. La plante prend l'aspect d'un parasol. Variété type H. 32 (fig. 6) ; *Java*.

4° *Port dressé*. — Le nombre de nœuds de la tige est 2 à 3 fois supérieur à celui des branches primaires. Le système aérien du manioc se trouve dans ce cas bien dégagé du sol. Sur les terres riches de nombreux gourmands poussent à la base des tiges et donnent au végétal l'aspect du port étalé et quelquefois d'une boule. Il faut dans ce cas éviter de commettre des erreurs dans la détermination du port.

Les hybrides 33, 34 et 35 sont des types de port dressé (fig. 7).

5° *Port érigé*. — Variété type *Bouquet de la Réunion* (fig. 8). Le manioc prend un port érigé lorsque le nombre de nœuds de la tige est supérieur à 3 fois celui des branches primaires. Dans ce cas aussi il faut



Fig. 6. — Port étalé : H. 32.



Fig. 7. — Port dressé : H. 33.

éviter, par un jugement trop sommaire, de prendre sur les sols riches, par suite de l'abondance de gourmands, des maniocs à port érigé pour des maniocs à port étalé.

6° Enfin, le *port cylindrique* se réalise lorsque la plante ne présente aucune fourche typique et que les gourmands se trouvent à plus de 2 mètres au-dessus du sol. Variété type N° 26.752 (fig. 9). Dans ce cas, il n'y a généralement qu'une seule tige.

VARIATIONS DU PORT DU MANIOC. — Comme il a été dit plus haut, la richesse du sol tend à modifier le port de la plante. La partie aérienne



Fig. 8. — Manioc à port érigé (clone n° 17.263).

n'est, en effet, que le reflet de l'activité du végétal, c'est-à-dire qu'elle se trouve en équilibre avec les possibilités nourricières du terrain et les circonstances atmosphériques.

Toute variation du milieu conduit obligatoirement à une variation des parties aériennes et la plante peut modifier complètement son port pour devenir méconnaissable si cette variation de milieu est importante.

D'une façon générale, les plantes ont d'autant plus tendance à se ramifier qu'elles se trouvent dans des conditions de croissance plus faciles. Sur milieu favorable, la fourche primaire apparaît plus vite, entraînant une réduction des nœuds de la tige principale.



Fig. 9. — Manioc à port cylindrique (n° 26.752).

Nombre moyen de nœuds trouvés sur la tige principale dans la région de l'Alaotra :

Variétés	Sol riche	Sol moyen	Sol pauvre
H. 31	21,2	25,6	41,2
H. 32	14	20,5	30,6

Comme le nombre de nœuds des branches primaires demeure à peu près constant quelles que soient les conditions de croissance, il s'ensuit que le port de la plante varie avec le milieu.

L'H. 31 à port étalé sur sol riche prend le port dressé sur sol pauvre. L'H. 32 à port rampant sur les sols d'excellente fertilité prend le port étalé sur les terres moyennes.

Dans des conditions très défavorables, le manioc n'a pas la force voulue pour se ramifier et ne donne qu'une seule tige. Il prend alors le port cylindrique.

e) LES GOURMANDS

Ce sont des bois qui ne partent pas de la bouture ni des fourches. Ils s'insèrent généralement sur la tige, plus rarement sur les branches. L'insertion se fait selon 2 modes :

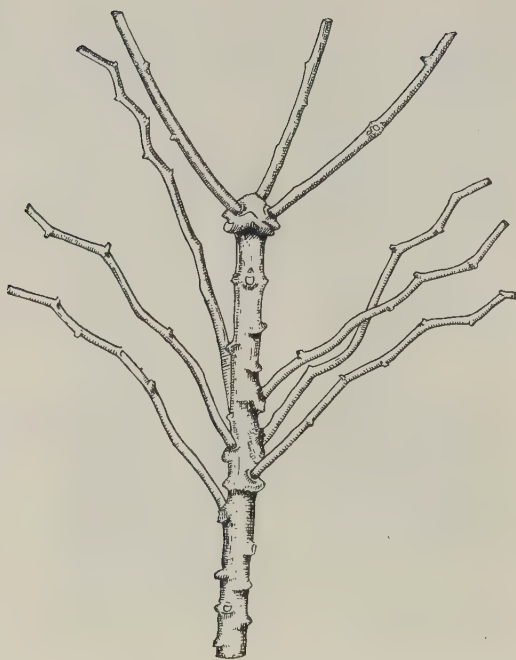


Fig. 10. — Gourmands érigés du type 1 sur variété *Shelisheli*.



Fig. 11. — Gourmands retombants du type 2 sur la variété *Sao Pedro Preto*.

Type 1. — *Erigé* : Le gourmand pousse parallèlement à la tige, puis s'incline et retombe légèrement (fig. 10).
Variété *Shelisheli*.

Type 2. — *Retombant* : Dès sa croissance, le gourmand s'écarte franchement de la tige, prend parfois une position horizontale et se redresse par la suite (fig. 11). Variété *Sao Pedro Preto*.

B. — CONSTITUTION DES BOIS

Les bois comprennent des nœuds et des entre-nœuds.

a) NŒUDS

Les nœuds sont disposés en spirale autour de la tige et des branches. L'œil de cinquième rang se retrouve en face du premier.

Le nœud comprend (fig. 12) :

1° L'ŒIL. — Toujours peu marqué, il peut se développer pour donner une pousse, mais le plus souvent, il demeure à l'état latent.

A l'état jeune, il est constitué par un empatement représentant le futur

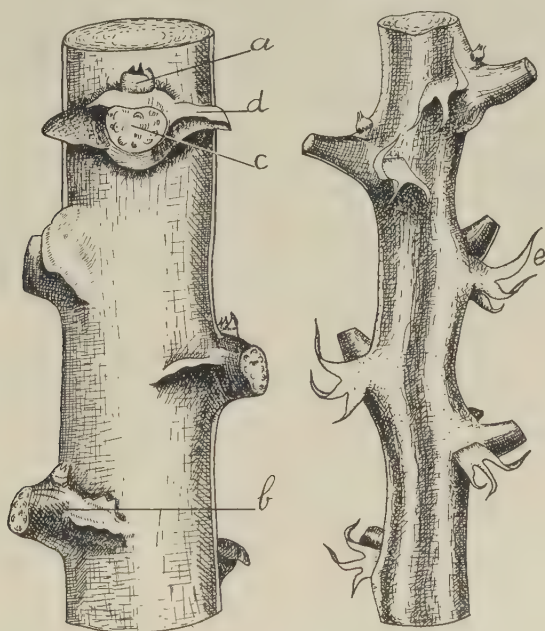


Fig. 12. — Les diverses parties du nœud : *a*, œil; *b*, coussinet; *c*, cicatrice foliaire; *d*, bourrelet stipulaire; *e*, stipules très développées sur H. 32.

bourgeon, surmonté d'une collerette d'écaïlles cachant la partie terminale de ce rameau.

Les écaïlles, par leur caractère accrescent, assurent la protection de l'œil au fur et à mesure de son vieillissement.

L'œil se caractérise par son émergence, sa couleur et ses particularités.



Fig. 13. — Emergence de l'œil : a, œil du type encaissé sur le n° 4.319; b, œil du type saillant sur *Madras* 85. — Particularités de l'œil : c, petits tubercules au-dessus de l'œil sur *Nakasoga*; d, écaïlles très développées pouvant évoluer en feuille sur n° 3.327.

Emergence de l'œil. — Deux types seront distingués :

Type 1. — *Encaissé* : Variété type N° 4.319 (fig. 13-a).

Le point de rencontre du rameau proprement dit et du coussinet forme une alvéole au fond de laquelle se trouve l'œil. Ce dernier est donc caché.

Type 2. — *Saillant* : Variété type *Madras* 85 (fig. 13-b).

Au point de jonction du coussinet et du rameau se produit une légère excroissance sur laquelle l'œil se trouve placé. Dans ce cas, l'œil est particulièrement apparent.

Ces deux types subsistent même sur les bois âgés de plusieurs années. Le type encaissé tend cependant à s'atténuer légèrement avec le vieillissement des bois.

Comme tous les intermédiaires se rencontrent entre les deux types, ce caractère d'émergence ne peut être que rarement utilisé dans la classification.

Couleur de l'œil. — La couleur de l'œil ne sera distinguée que sur des organes jeunes. L'œil adulte prend en effet la couleur des bois.

Trois types peuvent être différenciés selon les couleurs respectives de la base (empatement) et des écailles.

Type 1. — Œil entièrement vert, variété type H. 34 (Pl. IV-a1).

Type 2. — Base colorée par un ton vif, écailles vertes, variété type N° 5.545 (Pl. IV-a2).

Type 3. — Œil entièrement coloré, variété type N° 27.470 (Pl. IV-a3).

Il faut noter que la couleur de l'œil est indépendante des diverses teintes portées par les autres organes des bois.

Particularités de l'œil. — Sur le clone *Nakasoga* la partie du bois qui se trouve au-dessus de l'œil se renfle après deux années de croissance et porte de 2 à 5 petits tubercules (fig. 13-c).

Sur le N° 3.327, les écailles prennent un développement important, quelques-unes peuvent porter une minuscule feuille trilobée (fig. 13-d).

2° LE COUSSINET. — Formé par un renflement au point où s'articule le pétiole, le coussinet ou pulvillus est plus ou moins développé. Sur les variétés à feuilles segmentées (*Nakasoga*), il atteint plusieurs centimètres et se présente alors sous divers aspects ; il peut être replié en gouttière, aplati en forme de cuillère ou de spatule.

3° LA CICATRICE FOLIAIRE. — Correspond à la cicatrice laissée sur le coussinet par la chute de la feuille. La cicatrice peut être inclinée ou verticale. Elle porte une dizaine de points sombres, proéminents, représentant les cicatrices laissées par les faisceaux libéro-ligneux du pétiole. Vue de plan, la cicatrice foliaire est le plus souvent sphérique, déprimée sur sa partie supérieure.

Le nombre de faisceaux libéro-ligneux est en relation avec le nombre de lobes de la feuille. Il est en général supérieur de une ou deux unités à ce dernier chiffre.

4° LES STIPULES. — Se trouvent de part et d'autre du coussinet ; elles sont assez souvent bifides, mais peuvent porter plus de 2 dents. Parfois ces dernières dépassent un centimètre de longueur et peuvent présenter des colorations variées.

La persistance des dents autorise à classer les variétés en 2 groupes :

Type 1. — *Dents éphémères* : Les dents s'éliminent rapidement et ne persistent que sur le dernier étage de branches. Les clones à dents éphémères sont les plus nombreux : H. 31, H. 33, H. 34.

Type 2. — *Dents persistantes* : Les dents persistent sur les 3 derniers étages de branches et ne tombent que quelques jours avant la chute des feuilles. Variété type H. 32.

En dehors de ces deux groupes, on peut trouver des clones à persistance intermédiaire.

L'empâtement des stipules subsiste après la chute des dents et aug-



Fig. 14. — Développement du bourrelet stipulaire sur des bois âgés de 4 ans (*Criolina*).

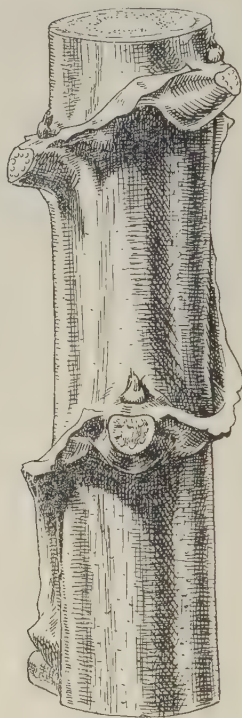


Fig. 15. — Bourrelets stipulaires soudés.

mente peu à peu de volume pour donner le « *bourrelet stipulaire* ». Ce dernier organe, ainsi que le coussinet, peut sur certaines variétés se développer pour donner au bout de quelques années une excroissance grosse comme le poing (*Criolina*) (fig. 14). Les bourrelets stipulaires de plusieurs nœuds successifs peuvent être soudés ensemble (caractère variétal) (fig. 15). Les colorations des stipules ont été examinées avec celles des rameaux (voir page 210).

b) ENTRE-NŒUDS

Les mérithalles sont de longueur et de grosseur variables selon les variétés et l'activité de la plante.

Leur examen attire les remarques ci-après :

1° ANGLE. — Les divers entre-nœuds ne sont pas toujours disposés à la file selon une droite, un angle existe quelquefois à l'emplacement du nœud témoignant du non-parallélisme des mérithalles et donnant à la branche l'aspect d'une ligne brisée (fig. 16) (*Shelisheli*).

Au fur et à mesure du grossissement des bois, l'angle s'atténue et disparaît sur les tiges de fort diamètre. Pour cette raison cet angle est toujours plus apparent sur les branches de dernier ordre.

2° LONGUEUR MOYENNE DES ENTRE-NŒUDS. — Les mérithalles sont de longueur fort variable. Pour une variété donnée, l'intervalle entre deux nœuds s'accroît depuis la tige principale jusqu'aux branches de l'étage moyen (s'il y a par exemple cinq étages de branches, la longueur s'accroît jusqu'au troisième).

La longueur des mérithalles de la tige est de une à trois fois plus courte que celle des branches primaires. Cependant, lorsque les étages de branches sont nombreux (H. 32 ayant poussé sur sol riche) les mérithalles des branches primaires peuvent être plus courts que ceux de la tige.

Longueur moyenne en m/m des mérithalles :



Fig. 16. — Mérithalles disposés en ligne brisée sur la variété *Shelisheli*.

BRANCHES

	Tige	Pri-maires	Secon-daires	Ter-tiaires	Quater-naires	de 5 ^e ordre
H. 31 sol riche	12,7	26,1	37,3	33,1	32	—
H. 31 sol pauvre ...	18,1	23,3	17,1	—	—	—
H. 32 sol riche	20	17	27,7	32,7	28,6	24,3
H. 32 sol pauvre ..	16,9	40,1	46,1	36,4	—	—
H. 33 sol riche	22,1	39,6	51,9	58,8	40	38
H. 33 sol pauvre ...	40,5	43	68,7	41,4	—	—
H. 34 sol riche	16,7	29,7	47,6	59	51,9	—
H. 34 sol pauvre ...	16,8	34,3	38,7	34,5	—	—
H. 35 sol riche	24,8	32,7	32,8	31	23,2	—
H. 35 sol pauvre ...	22	36,1	37	25,6	—	—

La longueur des mérithalles, variant avec les facteurs extérieurs, ne peut être utilisée comme caractère variétal permettant de différencier les clones. On pourra, par contre, utiliser ce caractère comme test dans l'étude de l'action du milieu.

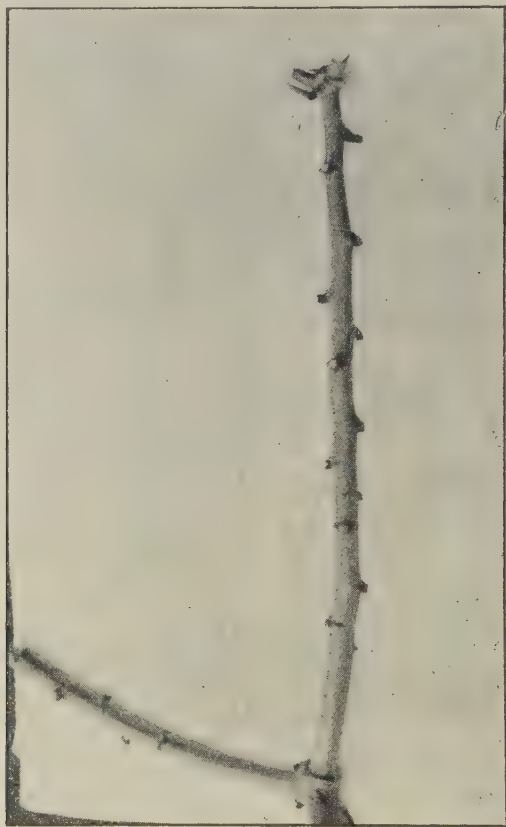


Fig. 17. — Branche de H. 32 montrant la longueur irrégulière des mérithalles.

3° LONGUEUR RESPECTIVE DE CHAQUE ENTRE-NŒUD. — La longueur des mérithalles de la tige est assez variable mais, d'une façon générale, elle s'accroît depuis la base de la tige en allant vers le sommet.

Par contre, l'intervalle séparant chaque nœud des branches n'est pas quelconque (fig. 17) : le premier mérithalle est le plus long, puis les entre-nœuds se raccourcissent de plus en plus jusqu'aux $\frac{2}{3}$ de la branche pour s'allonger à nouveau en allant vers l'extrémité ; le dernier est quelquefois presque aussi long que le premier.

A un entre-nœud anormalement long succède toujours un mérithalle

très court, de telle sorte que la longueur de deux mérithalles consécutifs est plus régulière que la longueur de chacun prise séparément.

4° GROSSEUR DES BOIS. — La grosseur des bois varie avec la vigueur de la plante et son âge. La tige et les branches continuent à grossir toute leur vie pour dépasser quelquefois 20 centimètres de diamètre.

La grosseur des bois à un âge donné permet de déterminer la vigueur de la plante.

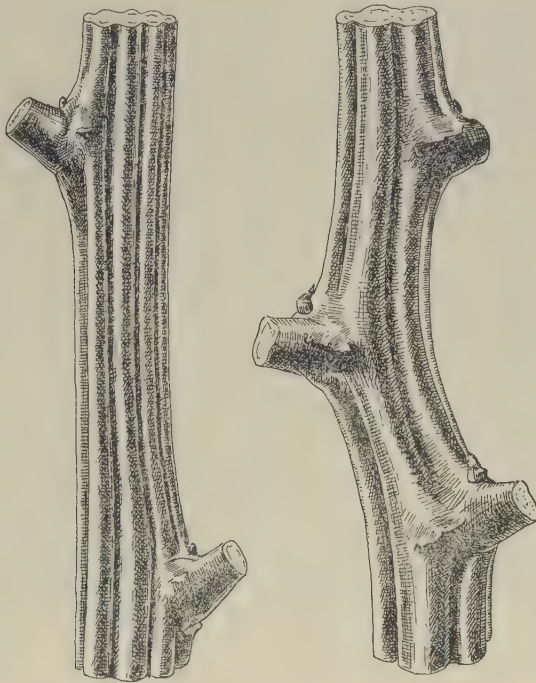


Fig. 18. — A gauche : Rameau de l'espèce *Pringlei* montrant ses 8 cannelures.
— A droite : Rameau du *M. utilisissima* avec ses 5 cannelures.

5° CANNELURES. — Les rameaux ne sont jamais parfaitement cylindriques ; ils présentent des dépressions que l'on appelle cannelures ou sillons. Ces cannelures sont au nombre de cinq pour les espèces *Glaziovii* et *utilisissima* et de huit sur l'espèce *Pringlei* et les hybrides de première génération *Pringlei* × *utilisissima*. Ce caractère spécifique sera important pour l'étude des hybrides (fig. 18).

Les sillons s'atténuent au fur et à mesure de la croissance de la plante et disparaissent complètement au bout d'un an.

6° CÔTES. — Elles séparent les cannelures et se situent dans le plan

du point d'insertion des pétioles et des yeux. Les cannelures, par contre, se placent dans l'alignement du point d'attache des stipules. Les côtes s'arrondissent avec le vieillissement des organes et finissent par disparaître.

La persistance des côtes permet de classer les variétés en trois groupes :

I. *Côtes éphémères*. — Les côtes ne demeurent apparentes que sur une dizaine d'yeux au maximum. Variété type H. 31.

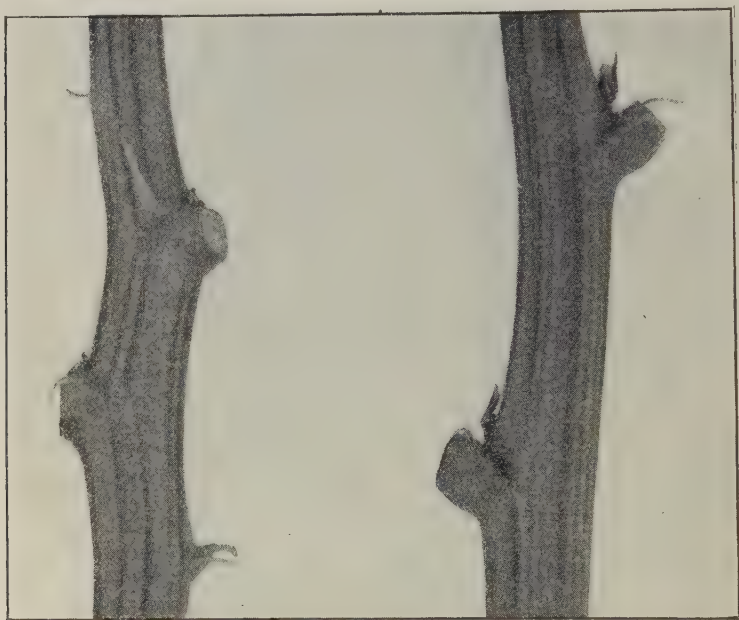


Fig. 19. — *A gauche* : l'œil du deuxième rang se trouve sur la deuxième côte.
— *A droite* : l'œil du deuxième rang se trouve sur la troisième côte.

II. *Côtes caduques*. — Dans ce cas, les côtes persistent sur toutes les parties portant des feuilles et disparaissent avec ces dernières. Variété type H. 32.

III. *Côtes persistantes*. — Les ailes marquent les bois bien après la chute des feuilles, quelquefois pendant une année. Variété type H. 33.

7° SUCCESSION DES YEUX. — Dans l'espèce *utilissima* à cinq côtes, il a été indiqué, page 221, que l'œil de cinquième rang se retrouvait en face du premier, c'est-à-dire sur la même côte.

Si l'on examine les yeux d'un rameau en allant de la gauche vers la droite, on trouve que les yeux de deuxième rang (l'œil du deuxième rang est l'œil qui succède à un œil considéré) sont tous placés sur la deuxième

ou la troisième côte et jamais sur la côte suivante ou la quatrième (Fig. 19). Mais ce caractère, fixe pour un rameau entier, peut changer d'une branche à une autre ; il n'est pas constant pour une variété donnée.

Sur l'hybride 36 cependant, 70 % des yeux de la tige principale sont situés sur la deuxième côte à droite. Les fourches primaires de l'hybride 35 ont 68 % des yeux placés sur la troisième côte à droite.

8° FASCIATION. — Le manioc est sujet à la fasciation et certains clones y sont particulièrement sensibles. La fig. 20 représente une photographie d'un rameau fascié sur n° 5.455.



Fig. 20. — Rameau du n° 5.455 atteint de fasciation.

C. — ANATOMIE DES BOIS

Une coupe dans les bois permet de distinguer une écorce et un cylindre central (Pl. VI-b).

I. ECORCE. — Elle comprend deux parties principales :

1° *L'écorce externe* formée de deux parties :

a) *Le liège* qui porte des couleurs variables presque toujours en relation avec celle du liège de la racine. C'est lui qui permet de définir la couleur des bois selon les divers types indiqués plus haut (Pl. VI-b.1).

b) *Le phellogène* (Pl. VI-b.2).

2° *L'écorce interne*. Elle renferme un latex acide et comprend :

a) *Le phelloderme*, renfermant de la chlorophylle. Il est généralement coloré en vert, parfois en rouge, et se trouve traversé par une zone annulaire de fibres formant un sclérenchyme de soutien (Pl. VI-b.3).

b) *Le liber* de couleur blanche (Pl. VI-b.4).

II. CYLINDRE CENTAL OU STÈLE. — Il comprend :

1° *Le bois*. — Peu important sur les plantes jeunes (Pl. VI-b.5).

2° *La moelle*.

D. — CONSTITUTION CHIMIQUE DES BOIS

L'examen de vingt analyses effectuées à des époques différentes au laboratoire de chimie agricole de Tananarive sur diverses variétés ne fait pas ressortir des écarts notables entre la teneur des constituants de chacune de ces variétés. Il ne sera donné pour cette raison que la moyenne des résultats.

Constituants	Teneur centésimale	
	bois	rameaux
Eau	72	90
Matières minérales	1,4	1,1
— grasses	0,5	0,1
— azotées	1,8	1
Glucides solubles et amidon	17	6
Cellulose brute	7,3	1,8

L'analyse des matières minérales a donné pour 100 de la plante :

Chaux	: 0,38
Potasse	: 0,45
Acide phosphorique	: 0,10
Magnésie	: 0,04
Silice	: 0,24

On verra plus loin que la mosaïque provoque un accroissement sensible de la matière azotée sur les plantes qu'elle attaque.

La teneur des bois en amidon varie avec l'état de vigueur de la plante. Comme il y a intérêt à ne planter que des bois possédant un potentiel de reprise élevé, on peut se rendre compte de leur valeur par une touche à l'iode (solution iodo-iodurée). La section de la bouture bleuirait d'autant plus qu'elle sera plus riche en amidon, corps important pour la nourriture des pousses pendant les premiers jours de la vie du nouvel individu.

II. — LA FEUILLE

Alterne, simple et caduque, la feuille de manioc, de vie relativement courte, est palmipartite, quelquefois palmiséquée (lobes nettement séparés) (figs. 22 et 23). Le limbe est généralement porté par un long pétiole, mais ce dernier peut être absent sur certains clones ou fortement réduit.

On examinera successivement :

- A. — Le pétiole.
- B. — L'ombilic foliaire.
- C. — Les lobes ou partitions.
- D. — Le velum.
- E. — La structure de la feuille.
- F. — La composition chimique de la feuille.

A. — *LE PETIOLE*

De la feuille sessile au type pétiolé, tous les intermédiaires existent. Sur le Nakasoga, le pétiole plat, réduit à quelques millimètres, s'allonge sur quelques-uns de ses descendants hybrides pour donner toute une série de formes (fig. 21) ; il peut être aplati ou replié en forme de gouttière ; plat

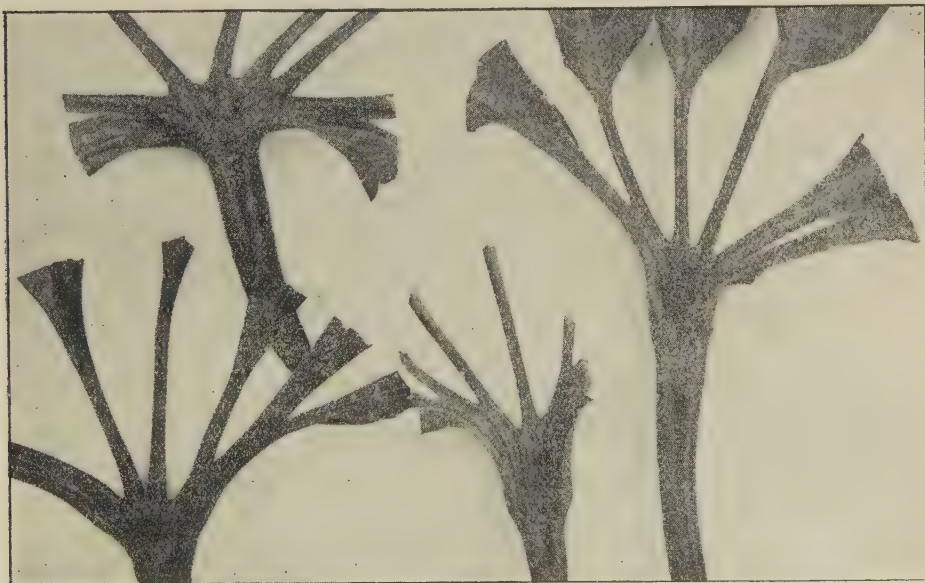


Fig. 21. — Quelques aspects de pétioles courts sur des feuilles palmiséquées.

et divisé en lanières portant chacune un lobe à l'extrémité ; semi-arrondi, etc...

On distinguera les trois types ci-après :

1° *Type sessile* caractérisé par l'absence du pétiole ou pétiole de moins de 1 cm. ; variété type : *Nakasoga* (fig. 22).



Fig. 22. — Pétiole sessile sur feuille palmiséquée de *Nakasoga*.

2° *Type intermédiaire* à pétiole court se reconnaissant facilement grâce au caractère palmiséqué de la feuille qui lui est toujours lié ; variété type n° 18.674 (fig. 23).

3° *Type à pétiole long et cylindrique* qui est de loin le plus courant (fig. 23).

EXAMEN DES PÉTIOLÉS NORMALEMENT DÉVELOPPÉS (type 3).

Sur ces pétioles, on distinguera (fig. 24) :

a) LA CROSSE.

La crosse est la partie soudée au coussinet. Infléchie à la base, elle est en général colorée par des teintes vives.

ANGLE D'ATTACHE DU PÉTIOLE. — Le pétiole forme avec la tige un angle d'autant plus aigu que l'inflexion de la crosse est plus marquée. Cet angle d'attache, plus aigu sur les plantes jeunes, tend à s'ouvrir au cours du vieillissement.



Fig. 23. — A gauche : pétiole du type intermédiaire sur feuille palmiséquée.
— A droite : pétiole du type long et cylindrique sur feuille palmipartite.

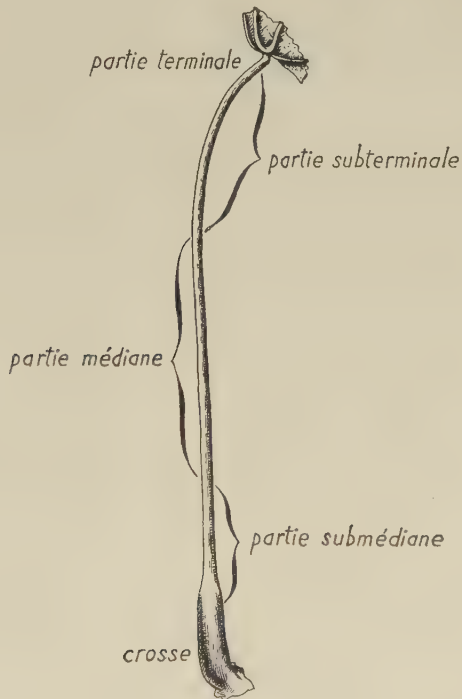


Fig. 24. — Diverses parties du pétiole.

lissement. Mais pour un âge donné, l'angle d'attache constitue un caractère variétal à ne pas négliger. Si l'on considère les pétioles aussitôt après la division du rameau, six types peuvent être dégagés. On examine l'angle formé par l'axe du rameau et par la ligne passant par la base de la crosse et l'ombilic foliaire.

Type 1. — *Planche XII'-a.1.* Variété type : n° 7.175.

L'angle d'attache varie entre 15 et 25°. Il est en général égal à 20° pour les pétioles situés au-dessous des fourches.

Type 2. — *Planche XII'-a.2.* Variété type : n° 17.896.

L'angle d'attache oscille entre 20 et 45°, mais atteint en moyenne 35°.

Type 3. — *Planche XII'-a.3.* Variété type : H. 31.

L'angle d'attache couvre de 40 à 70°, mais varie le plus souvent entre 50 et 60°.

Type 4. — *Planche XII'-a.4.* Variété type : n° H. 33, H. 32 et la plupart des hybrides *Glaziovii* × *utilissima*.

L'angle d'attache varie entre 70 et 90°. Généralement, en supposant le rameau vertical, la crosse et la partie submédiane du pétiole sont horizontales ; l'extrémité du pétiole seule se relève légèrement.

Type 5. — *Planche XII'-a.5.* Variété type : n° 27.495.

L'angle d'attache est le plus souvent obtus, quelquefois droit. Il varie donc entre 90 et 120°.

Type 6. — *Planche XII'-a.6.* Variété type : n° 27.612.

Le pétiole est nettement retombant, l'angle d'attache est supérieur à 120°.

DÉVIATION DU PÉTIOLE. — La crosse peut parfois subir une certaine torsion ; le plan de la crosse et le plan des autres parties du pétiole forment alors un angle que l'on appellera *angle de déviation*. Ce caractère n'est pas constant et n'affecte en général que la moitié des feuilles des individus de certains clones comme le n° 27.776 (Pl. XII'-b).

b) LA PARTIE SUBMÉDIANE.

Elle prend naissance à la fin de la courbure de la crosse et constitue la partie la moins colorée du pétiole.

c) LA PARTIE MÉDIANE.

Elle occupe le tiers de la longueur du pétiole. Elle est rectiligne et généralement colorée.

d) LA PARTIE SUBTERMINALE.

Elle est généralement infléchie et peu colorée.

e) LA PARTIE TERMINALE.

Précédant l'ombilic, elle est courte et souvent vivement colorée.

COLORATION DU PÉTIOLE. — La couleur du pétiole constitue un caractère variétal commode pour la différenciation des variétés. Les diverses teintes portées par cet organe permettent de le classer en 8 groupes, assez rapprochés des 8 groupes de rameaux.

Type 1 - Planche IV-b.1. — Pétiole entièrement vert du type vert 367.

Les variétés *Fotsy 129, Trinidad, Borbona de Mandoto*, n° 18.100, sont de ce type.

Type 2 - Planche IV-b.2. — Pétiole complètement vert jaunâtre ou vert clair correspondant au vert 335 ou au jaune 280.

Appartiennent à ce type : *Kapaika 52, Mahogofotsy, Borbona de Féné-rive*.

Type 3 - Planche IV-b.3. — La crosse et la partie terminale portent seules des couleurs vives (rouge 52).

Le reste du pétiole est vert correspondant au jaune 284.

Les variétés *Mangui, Valenca, Beadala 51, Fotsy 110* entrent dans ce groupe.

Type 4 - Planche IV-b.4. — Toutes les parties du pétiole peuvent être colorées à l'exception de la partie submédiane qui demeure toujours verte. Dans ce type, la couleur verte (jaune 284) couvre une plus grande surface que la couleur rouge (rouge 52) et généralement la partie du pétiole exposée au plein soleil est seule colorée : *Valenca, Mangui, Aïpi Mangui*.

Type 5 - Planche IV-b.5. — Les couleurs vives et la partie verte occupent une surface sensiblement égale. Le centre de la partie submédiane est seule entièrement verte. La partie exposée au plein soleil est toujours plus vivement colorée que la face placée à l'ombre ; celle-ci est presque toujours verte. Variétés : *H. 34, Tapicura*.

Type 6 - Planche IV-b.6. — La couleur vive (rouge 52) affecte tout le pétiole, à l'exception d'une petite bande sur la partie submédiane qui demeure plus ou moins marquée de vert (jaune 259). Variétés : *H. 31, Java 12/28, Australia*.

Type 7 - Planche IV-b.7. — Le pétiole est entièrement rouge vif (rouge 52), un peu plus foncé sur la crosse. Variétés : *Singapoor, H. 33, Bassiorao*.

Type 8 - Planche IV-b.8. — Le pétiole est entièrement rouge foncé ou rouge violacé (violet 666). Variétés : *Nodewide, Criolina, Paloma*.

La longueur et le diamètre des pétioles n'ont qu'une valeur relative et dépendent de l'état de vigueur des plantes et de la période de végétation. Pour une même variété, la longueur peut varier entre 5 et 60 cm. et le diamètre de la partie médiane entre 1 et 5 mm.

B. — L'OMBILIC FOLIAIRE

L'extrémité du pétiole où converge la nervure principale de chaque lobe forme une partie un peu épaissie appelée : *ombilic foliaire*.

Cet organe se caractérise par sa pubescence, ses dimensions et sa forme.

PUBESCENCE. — Tous les jeunes organes du manioc portent de petits cils, mais cette pubescence se trouve plus particulièrement marquée sur l'ombi-



Fig. 25. — *A gauche* : ombilic à pubescence uniforme sur *Bouquet*. — *A droite* : ombilic à pubescence groupée sur *H. 34*.

lic. L'examen de cet organe sur la feuille en cours d'épanouissement permet de définir deux sortes de pubescence (fig. 25).

Type 1. — Pubescence uniforme : Variété type : *Bouquet*.

Les cils uniformément répartis sur l'ombilic débordent sur le limbe, l'extrémité du pétiole et la face inférieure des nervures. Ces cils très denses atteignent de 170 à 425 microns (moyenne = 290 microns). Parmi eux on trouve toujours quelques cils plus longs semblables à ceux du type suivant.

Type 2. — Pubescence groupée : Variété type : *H. 34*.

Les cils généralement réunis par groupe de 3 à 5 sont clairsemés et n'apparaissent que très rarement en dehors de l'ombilic. Leur longueur

varie entre 400 et 600 microns avec une moyenne de 540 microns. Quelques-uns peuvent atteindre 0 mm. 8.

DIMENSIONS DE L'OMBILIC. — Sur un même individu l'ombilic est d'autant plus grand que la feuille se trouve plus développée. Mais pour des feuilles au même stade de développement le plus grand diamètre de l'ombilic peut varier d'un clone à l'autre.

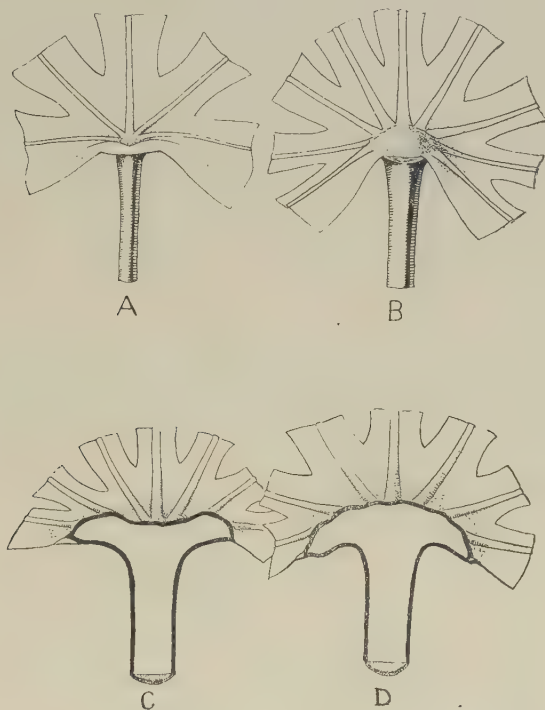


Fig. 26. — A : ombilic petit (H. 36). — B : ombilic grand (H. 32). — C : ombilic concave (H. 34). — D : ombilic convexe (H. 32).

Deux groupes seront établis :

Type 1, ombilic rétréci. — L'ombilic est égal ou plus petit que le diamètre de la partie terminale du pétiole (pour effectuer cette mesure on pose la tranche du pétiole sur l'ombilic).

Variété type : H. 36 (fig. 26.a).

Type 2, ombilic étalé. — L'ombilic se trouve plus grand que la partie terminale du pétiole. Sa largeur peut parfois dépasser deux diamètres de pétiole.

Variété type : H. 32 (fig. 26.b).

FORME DE L'OMBILIC. — Une coupe transversale de l'ombilic, dans le sens perpendiculaire au lobe médian, dégage 2 formes de cet organe.

Type 1, ombilic concave. — Vu de coupe, le centre de l'ombilic se trouve déprimé ou horizontal.

Variété type : H. 34 (fig. 26.c).

Type 2, ombilic convexe. — Le profil transversal de l'ombilic est convexe.

Variété type : H. 32 (fig. 26.d).

C. — LES LOBES

Le limbe de la feuille de manioc se trouve divisé en lobes. Il sera examiné : le nombre de lobes, leur forme, leurs ornements, la couleur du limbe, les nervures, les sinus lobaires et le sinus basilaire.



Fig. 27. — Photographie d'un rameau de fin de saison portant des feuilles à un seul lobe.

a) LE NOMBRE DE LOBES

Les feuilles de manioc émises à la suite de conditions défavorables, au moment par exemple où l'activité végétative se trouve paralysée par le froid ou l'ingratitude du sol, n'ont le plus souvent qu'un seul lobe (fig. 27).

Dès que les conditions de croissance deviennent meilleures, un nouveau lobe apparaît de chaque côté du premier. D'autres s'ajouteront si les conditions de vie continuent à s'améliorer.

D'une façon générale, le nombre de lobes demeure toujours impair.

A la suite de circonstances très favorables au développement, on peut rencontrer jusqu'à treize partitions. Le nombre de lobes constitue donc un caractère fluctuant traduisant l'état de vigueur des plantes. Généralement, dans des conditions ordinaires de culture, le nombre de lobes des variétés courantes varie entre 5 et 7.

DÉFINITION DU NOMBRE DE LOBES. — Le nombre de lobes d'un clone sera défini en prenant la moyenne de douze observations annuelles faites au cours de chaque mois. Ces observations sont faites à partir du mois de janvier sur des individus plantés depuis trois mois sur sol moyen.

Ces moyennes n'ont qu'une valeur relative car les chiffres varient selon l'altitude, l'exposition, les soins culturaux, etc... Seule la comparaison entre variétés plantées dans les mêmes conditions peut avoir une valeur.

Les chiffres ci-après ont été trouvés à la Station de l'Alaotra.

Mois	<i>M. Glaziovii</i>	<i>Pringlei</i>	n° 15.731	H. 36	H. 31	H. 32	n° 18.100
1	3,02	11,63	2,70	5,09	6,63	7,30	2,75
2	2,95	11,79	2,65	5,08	6,60	7,32	2,70
3	2,88	11,58	2,29	5,06	6,41	7,04	2,68
4	2,86	11,57	2,28	5,—	6,—	6,80	2,29
5	2,86	11,04	2,25	4,99	5,51	6,44	2,10
6	2,85	10,97	2,27	4,98	5,46	6,20	2,08
7	2,80	10,98	2,22	4,95	5,04	5,80	1,68
8	2,79	10,90	2,08	4,95	4,87	5,62	1,60
9	2,85	10,80	1,92	4,96	5,58	5,81	2,15
10	2,87	10,90	2,24	4,99	5,68	5,95	2,60
11	2,92	11,30	2,34	5,04	6,—	6,50	2,65
12	3,07	11,75	2,56	5,08	6,30	7,—	2,70
Moyenne	2,89	11,26	2,31	5,01	5,84	6,48	2,33

L'examen du tableau ci-dessus appelle les observations suivantes :

Valeur du nombre moyen de lobes. — Le nombre moyen annuel de lobes permet de classer les différents clones en 4 types :

Type 1, clone n° 18.100. — Variétés ayant moins de 3 lobes.

Type 2. — Variétés ayant de 3 à 5,5 lobes ; variété type : H. 36.

Type 3. — Clones dont les feuilles ont de 5,5 à 7 lobes en moyenne.
Variété type : H. 31.

Type 4. — Espèce *Pringlei* : clones ayant plus de 7 lobes.

Le type d'un clone ne peut être défini qu'en comparaison avec l'une des variétés étalons ci-dessus.

Fluctuation annuelle. — La fluctuation annuelle est l'amplitude constatée entre le nombre moyen de lobes aux époques extrêmes de l'année.

Le tableau ci-dessous montre que certaines variétés sont relativement stables, d'autres par contre subissent une importante fluctuation.

Pourcentage de feuilles	H. 36 Variété stable		H. 32 Variété fluctuante	
	Eté	Hiver	Eté	Hiver
à 1 lobe			2	5
à 3 lobes	7,6	4,3	4	6
à 5 lobes	80	95,7	6	42
à 7 lobes	12,4		52	47
à 9 lobes			36	
Nombre moyen de lobes	5,09	4,95	7,32	5,62

Parmi les clones stables, on peut citer en dehors de H. 36 : le n° 5.545 et l'espèce *Glaziovii*.

Dans le groupe des clones, subissant une forte amplitude, on trouve en plus de H. 32 : H. 33, H. 35.

Action des agents extérieurs sur la fluctuation.

Le nombre moyen de lobes d'un individu est le résultat de l'action des phénomènes extérieurs sur les facteurs intrinsèques du végétal. L'examen du nombre de lobes permet donc de mesurer le rôle des divers facteurs régissant la vie du manioc.

b) FORME DES LOBES

Le rapport $\frac{\text{longueur du lobe}}{\text{largeur du lobe}} = \frac{L}{l}$ servira de base pour caractériser la forme des partitions. Le lobe médian qui fait suite au pétiole sera examiné en raison de sa plus grande régularité. 5 groupes de formes seront définis.

Type 1, lobes étroits.

Le rapport $\frac{L}{l}$ est plus grand que 20, le lobe plus large à la base devient

triangulaire. Dans ce groupe, les partitions sont longues, la feuille semblant vouloir rattraper l'insuffisance de largeur par une plus grande longueur. Celle-ci peut dépasser 30 cm. Sur ces feuilles étroites, les nervures secondaires sont perpendiculaires à la nervure principale. Variété type : *Bazahatavolo* (Pl. XIII, a).

Type 2, lobes à marges parallèles.

Le rapport $\frac{L}{l}$ est compris entre 6 et 20 et la principale caractéristique de ce groupe est le parallélisme de chaque bord de la partition qui se manifeste sur une longueur plus ou moins grande. Variété type : *Bogor*, H. 34 (Pl. XIII, b).

Type 3, lobes normaux.

Le rapport $\frac{L}{l}$ varie entre 4,5 et 6 et la partition présente un point d'élargissement maximum qu'il est nécessaire de définir.

On situe ce point d'élargissement maximum en repliant le lobe sur lui-même deux fois consécutives. On divise ainsi le lobe en quatre quarts et on voit où se place le caractère examiné. Le point d'élargissement peut être :

a) proximal, c'est-à-dire situé dans la première moitié de la partition : H. 36 (Pl. XIII, c.1).

b) médian, lorsqu'il est placé au milieu de la feuille. Variété : n° 5.545 (Pl. XIII, c.2).

c) submédian, s'il se situe entre le milieu et le 3° quart. Variété : H. 33 (Pl. XIII, c.3).

d) terminal, lorsqu'il se trouve dans le 4° quart (Pl. XIII, c.4).

Type 4, lobes larges.

Le rapport $\frac{L}{l}$ oscille entre 3 et 4,5 et, comme dans le cas précédent, le lobe présente un point d'élargissement maximum qui sera défini de la même façon.

On rencontre dans ce groupe :

- | | | |
|-----------------------------|---|---------------------------|
| à élargissement médian | : | N° 24.083 (Pl. XIII, d.2) |
| à élargissement submédian | : | H. 32 |
| à élargissement préterminal | : | H. 31 (Pl. XIII, d.1) |
| à élargissement terminal | : | N° 27.532 (Pl. XIII, d.3) |

Type 5, lobes arrondis.

Le rapport $\frac{L}{l}$ est plus petit que 3 et peut, sur certains hybrides à

base de *Glaziovii*, devenir inférieur à 2, amenant le lobe à prendre une forme arrondie. Le point d'élargissement maximum peut être ici submédian n° 23.915 ; préterminal (Pl. XIII, c. 1) n° 24.612 ou terminal (Pl. XIII, c.2) n° 27.578.

FORME DE L'EXTRÉMITÉ DES LOBES. — Le rétrécissement régulier du limbe se traduit à l'extrémité du lobe par la formation d'une pointe qui peut être plus ou moins subulée, mucronée ou mucronulée.

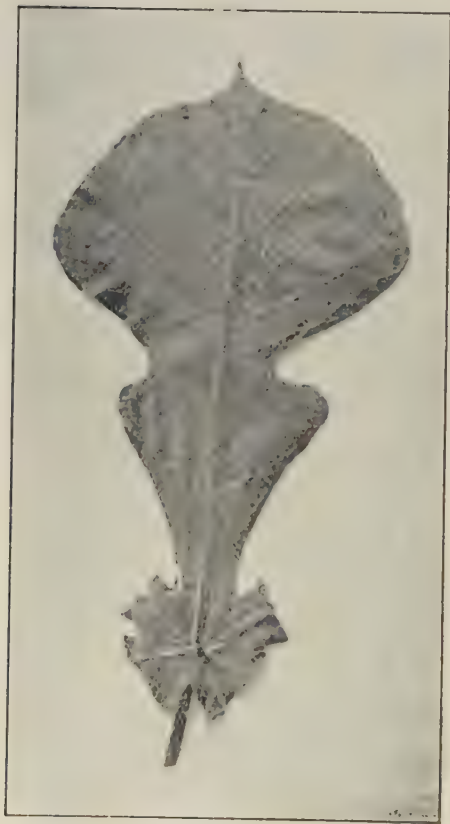


Fig. 28. — Echancrure normale sur n° 27.531.



Fig. 29. — Echancrure ouverte sur n° 27.529.

c) ORNEMENTATIONS DU LOBE

Les ornementsations s'inscrivent sur le limbe par des échancrures des éperons, des élargissements et des caractères particuliers.

1) LES ÉCHANCRURES se situent le plus souvent sur la partie médiane du limbe. Elles sont fréquentes sur les hybrides *Glaziovii* × *Pringlei*. La figure 28 représente le résultat de l'une de ces hybridations (n° 27.531).

Autour de ce type normal se rencontrent de nombreuses variations. Les échancrures peuvent être en effet plus ou moins ouvertes (fig. 29), profondes (fig. 30) ou étendues (fig. 31). Plus rarement, elles n'affectent qu'un seul



Fig. 30. — Echancrure peu profonde sur hybride *utilissima* × *Glaziovii*.



Fig. 31. — Echancrure étendue sur n° 27.511.

côté du limbe (fig. 32). Sur certains descendants hybrides du *Manihot Pringlei*, on peut rencontrer des échancrures étendues en parties séparées par des élargissements du limbe.

2) LES ÉPERONS se situent vers la partie inférieure des partitions. Ils



Fig. 32. — Echancrure simple ne touchant qu'un seul côté du limbe.



Fig. 33. — Eperons sur lobe médian sur hybride *Glaziovii* x *Pringlei*.

peuvent affecter les deux côtés du lobe (fig. 33) ou un seul. L'éperon précède assez souvent une échancrure.

La nervure secondaire qui assure la vie de l'éperon est plus forte que les autres et elle est parfois presque aussi développée que la nervure principale des partitions. Le développement des éperons peut être considéré comme une tendance de la feuille à la duplication. Lorsqu'en effet le phénomène s'exagère, les deux éperons prennent l'allure d'un lobe et la par-

tition qui les porte tend à s'individualiser en une propre feuille. Le cas se rencontre sur le n° 27.454 (fig. 34).

3) ELARGISSEMENTS. — La réduction de l'éperon conduit à un simple élargissement du lobe. La figure 35 représente un lobe du clone n° 18.027 élargi à l'extrémité.

4) LES ASPECTS PARTICULIERS DES LOBES. — Lorsque le pétiole se trouve plus long que les bords du limbe, les marges de la feuille se replient vers



Fig. 34. — Lobe médian du n° 27.457 à éperons fortement développés.



Fig. 35. — Elargissement terminal sur lobe médian du clone n° 18.027.



Fig. 36. — Lobe en forme de cuillère sur n° 4.744.

l'intérieur et le lobe prend alors l'aspect d'une cuillère. Le clone n° 4.744 entre dans ce type (fig. 36).

Dans le cas contraire, lorsque la nervure principale est plus courte, le limbe se gondole sur ses marges. Variété n° 5.371 (fig. 37).

En raison de leur faible fréquence, les ornementsations du limbe ne seront pas comptées parmi les caractères primaires de la classification. Leur présence sera simplement notée sur les clones qui les portent.

d) LA COULEUR DU LIMBE

1) FACE SUPÉRIEURE DE LA FEUILLE.

Chaque clone a sa couleur propre et la vigueur du ton décroît avec le vieillissement de l'individu. Pour des plantes en pleine croissance, il est possible d'établir 5 groupes de couleur.

Type 1, limbe blanc dépourvu de chlorophylle.

Dans la descendance de la variété *Magohobe*, on rencontre 1/200 environ de pieds, complètement albinos, qui meurent après avoir utilisé la totalité des réserves de la graine. Dans la proportion de 1/50 on trouve des indi-

vidus partiellement albinos. Mais la proportion des taches blanches régresse à chaque étage et finalement la plante adulte est presque entièrement verte. La figure b.1 de la planche V montre l'une des premières feuilles du clone n° 27.433 ; la figure b.2 fait ressortir une feuille de fin de saison produite par l'individu.

Mais il existe des panachures fixes comme le manioc monstrueux de Java (pl. V, b.3) et la mutation n° 1 de l'Alaotra apparue en 1935 sur le clone A. 63. Sur le premier de ces clones, la partie dépigmentée se trouve

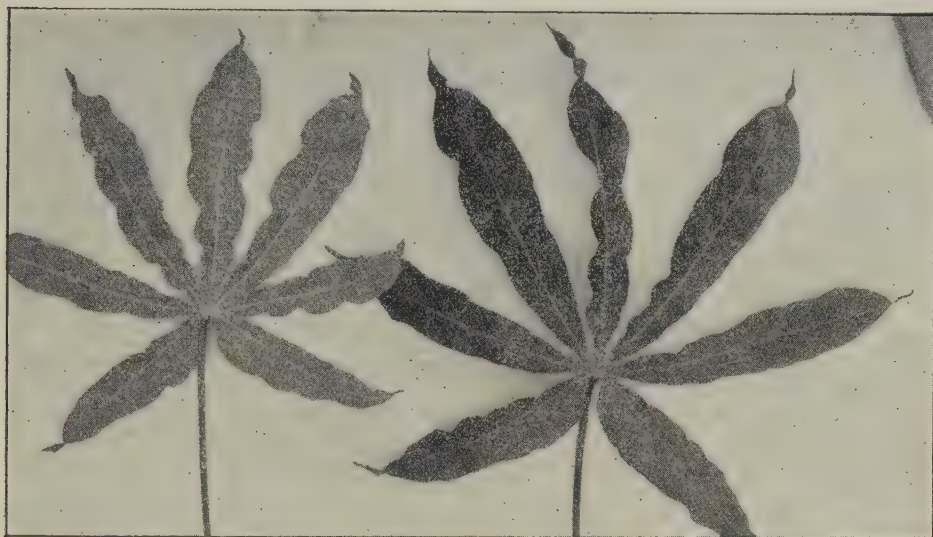


Fig. 37. — Lobes à marges gondolées sur n° 5.731.

en bordure et à la base de la nervure principale des lobes ; sur le deuxième, la disposition est contraire (dépigmentation marginale) (Pl. V, b.4).

Type 2, limbe vert clair.

Variété type : *Mahogofotsy* (Pl. V, c. 1).

La couleur verte, même sur les jeunes plantes, manque de vigueur ; la teinte correspond au vert 352. Sur cette variété, les nervures appartiennent au vert 333.

Type 3, limbe vert jaunâtre.

Variété type : Hybride 33 (Pl. V, c.2).

Le limbe laisse nettement ressortir la nuance vert-jaune qui correspond au jaune 237 ou au vert 421.

Type 4, limbe vert foncé.

Variété type : *Bouquet de la Réunion* (Pl. V, c.3).

La couleur du limbe correspond au vert 401.

Type 5, limbe violacé.

Variété type : *Nodewide* (Pl. V, c.4).

La variété *Nodewide* et quelques-uns de ses descendants ont un feuillage dont la couleur correspond au violet 651. Sur le n° 17.222 la couleur appartient au rouge 57 ou au rouge 51.

2) FACE INFÉRIEURE DE LA FEUILLE.

La face inférieure de la feuille doit être examinée séparément, puisque sa couleur n'est pas en relation avec celle de la face supérieure.

L'H. 32 a, par exemple, la feuille vert foncé dessus et dessous, tandis que chez le *Bouquet*, la feuille est vert foncé dessus et vert blanchâtre dessous.

4 types de couleur seront définis.

Type 1.

Face inférieure de la feuille vert foncé correspondant aux couleurs vert 417 et vert 441. Les nervures appartiennent au vert 354 (Pl. V, a.1).

Variété type : H. 32, *Sao Pedro Preto*.

Type 2.

Face inférieure de la feuille vert blanchâtre (couleurs vert 387 et 438) (Pl. VI, a.3).

Variété type : *Bouquet* et n° 27.671.

Type 3.

Face inférieure de la feuille vert jaunâtre correspondant au jaune 366 (Pl. VI, a.2).

Variété type : H. 33.

Type 4.

Face inférieure de la feuille marquée par une couleur vive (Pl. VI, a.4).

Violet 576 sur le *Nodewide*. Rouge 57 sur le n° 17.222.

e) LES NERVURES

Le lobe est penninervé. La nervure principale porte de 20 à 40 nervures dirigées vers l'extrémité, faisant avec la nervure principale un angle de 50 à 60 degrés. Cet angle peut atteindre 90° sur les clones à lobes étroits (fig. 38).

Les nervures tertiaires n'ont pas de direction bien définie ; elles sont à peu près perpendiculaires aux secondaires et s'anastomosent presque toujours avec celles de l'étage voisin.

Les nervures sont plus ou moins saillantes et portent des couleurs variées.

SAILLIE DES NERVURES.

Le débordement de la nervure par rapport au plan du limbe est d'autant plus marqué que l'on se rapproche de la base de la nervure.

D'autre part, la saillie sur la face supérieure du limbe se trouve moins marquée qu'à la face inférieure.

COULEUR DES NERVURES.

La couleur des nervures ne suit pas toujours celle des pétioles dont elles semblent pourtant être la continuation. L'examen de nombreux clones nous a conduits à distinguer 10 types de couleur selon l'âge de la feuille et la face considérée.

Type 1.

Les nervures sont toujours vertes dessus et dessous. La figure a.1 de la planche IX montre une feuille de H. 35 qui appartient à ce type.

Type 2.

Sur les feuilles en cours d'épanouissement une couleur vive apparaît sur la partie des nervures située à la face inférieure de la feuille. Ce ton vif disparaît sur la feuille adulte.

Variété : n° 27.169 (Pl. V, a.1).

Type 3.

Seule la partie de la nervure située à la face supérieure des jeunes feuilles en cours d'épanouissement est colorée et cette teinte disparaît au fur et à mesure du vieillissement.

Variété : n° 27.552.

Type 4.

La nervure ne se colore que sur les feuilles adultes et seulement sur la face supérieure du lobe.

Variété : n° 27.538.

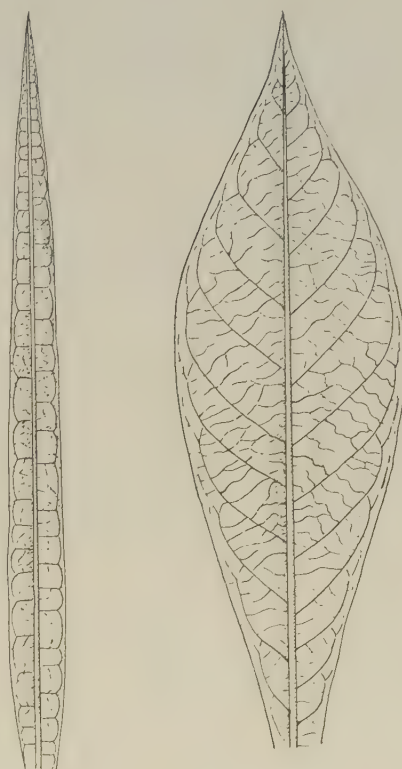


Fig. 38. — Disposition des nervures secondaires. — *A gauche* : dans un lobe étroit; *à droite* : dans un lobe normal.

Type 5.

La couleur de la nervure ne s'accuse qu'au fur et à mesure du vieillissement des feuilles et seulement à la face inférieure.

Variétés : n° 27.467 et n° 27.585.

Type 6.

Les jeunes feuilles seulement sont colorées dessus et dessous. En devenant adultes les feuilles perdent leur couleur.

Variété : n° 27.432 (Pl. V, a.2).

Type 7.

La partie de la nervure située à la face supérieure des lobes est toujours colorée tant sur les jeunes feuilles que sur les adultes.

Variété type : n° 2.087.

Type 8.

La partie de la nervure située à la face inférieure des lobes demeure toujours colorée pendant la vie de la feuille.

Variété type : n° 2.955.

Type 9.

Les jeunes feuilles sont toujours colorées et cette coloration persiste seulement à la face inférieure des feuilles adultes.

Variété : H. 36.

Type 10.

Les nervures demeurent toujours colorées sur les deux faces.

Variété type : H. 33.

En dehors de ces 10 groupes, on peut rencontrer quelques particularités. Sur le H. 34 par exemple les jeunes feuilles, d'abord vertes, se colorent sur leur partie supérieure à la fin de leur épanouissement, puis la couleur s'atténue et disparaît avant le jaunissement des feuilles.

La couleur des nervures est d'autant plus marquée que l'on se rapproche de l'ombilic. D'une façon générale, les couleurs ne sont jamais très vives et, le plus souvent, les premiers centimètres de la nervure principale sont seulement colorés. Les nervures secondaires ne sont teintées que lorsque la nervure principale est elle-même très marquée par un ton vif.

Les couleurs sont d'autant plus vives que la plante se trouve dans une phase de grande activité. Sur des plantes rabougries, des confusions peuvent se produire. Pour ces raisons, ce caractère ne sera utilisé que pour séparer des clones présentant de réelles différences.

f) *LES SINUS LOBAIRES*

L'espace vide séparant deux lobes sera appelé sinus lobaire.

Le sinus lobaire se trouve d'autant plus fermé que les lobes sont plus nombreux et plus larges. Dans certains cas, il peut être entièrement fermé par suite du caractère recouvrant des marges des lobes.

Les figures a1, a2, a3, a4 et b1, b2, b3 de la planche XIV représentent des feuilles des clones n° 17, 896 et *Mahogobe*. On voit que l'ouverture du sinus lobaire décroît au fur et à mesure que le nombre de lobes s'accroît.

g) *LE SINUS BASILAIRE*

Le sinus basilaire, situé entre les deux partitions extrêmes de la feuille, se trouve d'autant plus ouvert que le nombre de lobes est plus petit.

Si l'on examine des feuilles à 5 lobes on constate cependant que des différences existent entre les divers clones permettant d'établir 2 groupes.

Type 1. — Sinus basilaire fermé.

(Pl. XIV, c.1). Variété type : n° 5.545.

Le sinus basilaire est dit fermé lorsque la droite réunissant l'extrémité des deux derniers lobes passe au-dessous de l'ombilic. L'angle basilaire (voir figure) est inférieur à 180°.

Type 2. — Sinus basilaire ouvert.

(Pl. XIV, c.2). Variété type : H. 34.

Le sinus basilaire est dit ouvert lorsque la droite indiquée ci-dessus passe au-dessus de l'ombilic. L'angle basilaire est supérieur à 180°.

L'ouverture du sinus basilaire constitue un caractère important dans la classification en raison de sa régularité.

D. — *LE VELUM*

La confluence des deux lobes inférieurs peut être suffisamment marquée pour former dans le sinus basilaire un débordement de limbe plus ou moins prononcé que l'on appellera velum.

Le velum s'extériorise d'autant mieux qu'il se trouve sur des feuilles en pleine végétation. Il doit, pour cette raison, être examiné sur les feuilles présentant le maximum de lobes. Sur l'H. 32, par exemple, on ne trouve pas de velum sur les feuilles à 3 et 5 lobes, tandis qu'il est nettement marqué sur celles à 9 lobes.

Le velum se caractérise par ses dimensions, son port et ses ornements.

DIMENSIONS DU VELUM.

Les dimensions du velum sont proportionnées à celles de la feuille. On pourra apprécier sa taille en le comparant au diamètre du pétiole. Les types ci-après seront établis :

Type 1. — Marque de velum.

Cet organe est simplement marqué par une minuscule bande de moins de 0,5 mm. sur les feuilles ayant le plus grand nombre de lobes. Variété type : H. 31 (Pl. XV, a.1).

Type 2.

Le velum est plus petit que le diamètre du pétiole pris à son extrémité. *Australia*, H. 37 (Pl. XV, a.2).

Type 3.

Le velum est égal ou plus grand que le diamètre de l'extrémité du pétiole, mais plus petit que le diamètre de la crosse. H. 33 (Pl. XV, a.3).

Type 4.

Le velum est plus large que le diamètre de la crosse, mais plus petit que deux fois le diamètre de l'extrémité du pétiole. *Mahogobe* (Pl. XV, a.4).

Type 5.

Le velum est plus grand que deux largeurs de la crosse. *M. Glaziovii* et ses hybrides (Pl. XV, a.5).

PORT DU VELUM.

Quatre types sont distingués :

Type 1. — Rectiligne.

Le velum est droit, non déformé : H. 36, n° 698, n° 5.545 (Pl. XV, b.1).

Type 2. — Dressé.

Au lieu de suivre le plan du limbe de la feuille, le velum se dresse au-dessus de ce plan : n° 8.819, n° 7.175, n° 7.237 (Pl. XV, b.2).

Type 3. — Retroussé.

Le velum se replie sur lui-même en forme de godet. *Bouquet de la Réunion*, n° 16.604 (Pl. XV, b.3).

Type 4. — Plissé.

Le velum porte des plis dans le sens longitudinal : n° 23.944, 23.945, 23.863 (Pl. XV, b.4).

ORNEMENTATION DU VELUM.

Les ornementsations du velum peuvent appartenir à l'un des types ci-dessous :

Type 0.

Sans ornementation.

Type 1. — Denté.

Le velum est dit denté lorsque les dents qu'il porte sont filiformes : H. 33, H. 34, n° 17.336, n° 14.142 (Pl. XV, c.1).

Type 2. — Stipulé.

Le velum est dit stipulé lorsque les pointes qu'il porte ont de 1 mm. à 1.5 mm. de large à la base : n° 14.159, n° 17.209, n° 17.236 (Pl. XV, c.2).

Type 3. — Frangé.

Il est dit frangé lorsque la pointe a plus de 1,5 mm. à la base : n° 14.157 (Pl. XV, c.3).

Il faut noter que comme pour le velum lui-même les ornementsations ne s'extériorisent complètement que sur les plantes en pleine végétation, c'est-à-dire sur les feuilles ayant le maximum de lobes.

L'hybride 34 par exemple, du type 1, porte un velum à 3 dents sur toutes les feuilles à 7 lobes. Les dents sont absentes ou réduites à l'unité sur les feuilles à 5 partitions. Elles n'existent jamais sur des organes à 3 lobes.

E. — STRUCTURE DE LA FEUILLE

La feuille se compose d'un épiderme supérieur à cuticule bien marquée, d'un tissu palissadique formé d'une rangée de cellules allongées, d'un tissu lacuneux assez dense et d'un épiderme inférieur dont les cellules, en formant des saillies extérieures, contribuent à donner un aspect velouté à la face inférieure des feuilles (Pl. VI, c.1, c.2, c.3, c.4).

COMPOSITION CHIMIQUE DE LA FEUILLE DE MANIOC

Des analyses faites au laboratoire de chimie agricole de Tananarive ont donné les résultats ci-après :

Constituants	Chiffres extrêmes trouvés		Moyenne de 20 analyses
	max.	min.	
Eau	64,5	75	70,55
Matières minérales	2,80	1	2,03
— grasses	2,70	0,70	1,34
— azotées	10,50	4,06	7,21
Glucides solubles et amidon ..	24,60	6,70	16,20
Cellulose	5	1,10	2,67

La feuille est plus riche en eau le matin et dans son jeune âge.

Dès qu'elle se flétrit, cette proportion décroît rapidement pour tomber à 25 % lorsqu'elle se détache du bois.

III. — LES ORGANES DE REPRODUCTION

On examinera successivement : l'inflorescence, la fleur, le fruit et la graine.

A. — L'INFLORESCENCE

L'inflorescence apparaît en même temps que la fourche et s'épanouit au fur et à mesure de l'allongement des branches.

Assez souvent, les inflorescences placées à la base des branches avortent et seules les fourches de dernier ordre portent des fleurs fonctionnelles.

Les clones à port cylindrique ne se ramifient pas (voir page 218) et ne portent de ce fait jamais d'inflorescence. La fructification se trouve d'autre part peu fréquente sur les variétés érigées.

Le moment d'apparition des fleurs fonctionnelles permet de classer les clones en 2 groupes :

Type 1. — Fructification continue.

Les fleurs de la première fourche sont fonctionnelles et la fructification se poursuit pendant tout le temps de la croissance. Variété : *Sao Pedro Preto*.

Type 2. — Fructification tardive.

Les premières inflorescences tombent avant leur épanouissement complet. Seules les fleurs de la dernière et de l'avant-dernière fourche fructifient. Variété : *Criolina*, Lemerle.

Entre ces deux extrêmes, tous les intermédiaires subsistent.



Fig. 39. — a, axe primaire; b, axe secondaire; c, bractéole; d, renflement pédonculaire sur fleur femelle; e, fleur femelle; f, fleurs mâles.

Les inflorescences sont particulièrement développées sur les clones à ramification atypique ; l'inflorescence prend un développement plus grand du fait qu'elle semble être la continuation normale des bois.

L'inflorescence est une grappe composée, formée de fleurs unisexuées. Les fleurs femelles se trouvent à la base, tandis que les fleurs mâles se situent à l'extérieur, principalement à la partie supérieure de la grappe.

On distinguera dans l'inflorescence (fig. 39) :

a) *L'axe primaire* : Il s'insère sur la fourche et constitue la charpente de l'inflorescence.

b) *Les axes secondaires* : La base de l'axe primaire se renfle et sur l'empâtement ainsi formé prennent naissance la plupart des axes secondaires. On en rencontre aussi sur d'autres points de l'axe primaire et surtout vers l'extrémité.

La couleur des axes primaires et secondaires est semblable à la couleur de la partie médiane et subterminale des pétioles.

c) *Les bractéoles* : Elles peuvent aller de la simple lanière à la grandeur du lobe foliaire. Elles sont particulièrement nombreuses sur les variétés à ramification atypique.

d) *Le renflement pédonculaire florifère* : Cet organe se renfle en approchant de la fleur qu'il relie aux axes de l'inflorescence. Il s'allonge et grossit après la fécondation de la fleur femelle. Sa couleur sera examinée sur le fruit.



Fig. 40. — a, fleur femelle; b, fleur femelle avec staminodes; c, détail de staminode.

B. — LA FLEUR

Une inflorescence groupe une soixantaine de fleurs monopérianthées, quelquefois complètement staminées, mais portant le plus souvent une dizaine de fleurs femelles situées pour la plus grande part sur les axes secondaires. Le bouton des fleurs femelles est conique, tandis que celui des fleurs mâles se trouve plus petit et arrondi.

La proportion des fleurs mâles est plus importante au début du cycle et également sur certaines variétés. Le *Mahogobe*, par exemple, ne donne seulement que quelques fleurs femelles sur l'inflorescence de la dernière fourche.

Toutes les fleurs sont apétales du type cinq à préfloraison quinconciale.

I. — LA FLEUR FEMELLE

Elle comprend : le calice, le torus, le pistil et parfois les staminodes (fig. 40).

a) LE CALICE.

Le calice est régulier, formé de cinq sépales libres pétaloïdes tombant peu après la fécondation. Le limbe de chaque sépale porte deux nervures latérales et une nervure centrale.

Les sépales se distinguent par leur forme et leur couleur.

FORME DES SÉPALES.

Aux périodes actives de croissance, les pièces de la fleur se trouvent plus grandes et les différences entre les époques extrêmes de végétation laissent entre les dimensions des sépales des différences pouvant aller du simple au double. Pour cette raison, la relation longueur/largeur du sépale sera seule considérée, car elle ne varie pas dans le temps. Indiquons que le sépale peut atteindre de 7 à 15 mm. de longueur, sur 2 à 6 de large.

Trois groupes seront distingués (fig. 41) :

Type 1. — Sépales larges.

Le rapport longueur/largeur est inférieur à 3. Variété type : *Cassave Beurrine*, *Mahogomaitso*, *Nodewide*.

Type 2. — Sépales moyens.

Le rapport ci-dessus prend des valeurs comprises entre 3 et 4. Variété type : *Nakasoga*, *Mangaroa* 70, *Mamhia* 74, *Java*.

Type 3. — Sépales étroits.

Le rapport longueur/largeur est supérieur à 4. Variété type : *Tongobintsy* 127, n° 12.142, n° 12.331.

Tous les intermédiaires subsistent entre ces types et ce caractère ne doit être pris en considération que pour séparer des variétés suffisamment éloignées.

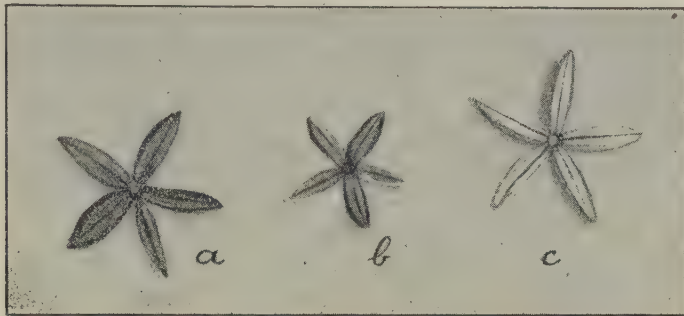


Fig. 41. — a, sépales larges; b, sépales moyens; c, sépales étroits.

COULEUR DES SÉPALES.

L'intérieur du périanthe ne voit la lumière que le jour de l'épanouissement de la fleur. Pour cette raison, la couleur de la face interne du sépale constitue par sa constance un caractère variétal de valeur. On peut ramener les diverses teintes de cet organe à 4 types :

Type 1. — Face interne entièrement claire (vert, vert jaunâtre, blanc verdâtre) (vert 354, vert 364). Variété type : H. 34 (Pl. VII, a.1).

Type 2. — La couleur vive (vert 344) ne colore que les nervures ; le limbe demeure vert (jaune 268). Variété type : *Nakasoga* (Pl. VII, a.2).

Type 3. — Une partie du limbe demeure seulement verte (jaune 294). La partie colorée correspond au rouge 72. Variété type : H. 32 (Pl. VII, a.3).

Type 4. — Le sépale est entièrement coloré par la teinte vive qui correspond au rouge 57 ou au violet 662. Variété type : H. 31 (Pl. VII, a.4).

b) LE TORUS.

Constitué par un bourrelet arrondi pourvu de nectaires, il se trouve placé entre le calice et le pistil. Le torus se caractérise par sa couleur qui peut appartenir à trois types :

Type 1. — *Torus jaune ou jaunâtre* (Pl. VII, b.1).

Appartenant au jaune 290. Variété : *Singapoor*, *Madras* 56, *Madras* 52.

Type 2. — *Torus rougeâtre* (Pl. VII, b.2).

Les variétés appartenant à ce groupe sont nombreuses ; on rencontre : H. 35, n° 2.955, n° 232.

Type 3. — *Torus brun-rouge* (Pl. VII, b.3).

Tapicura 26, *Cassave Beurrine* 25.

c) LE PISTIL.

Il est briévistyle et comprend :

1. — L'OVAIRE. — Placé au-dessus du péricarpe, il se trouve formé de 3 carpelles à placentation axile chacun renfermant un ovule anatrope.

L'ovaire, de forme ovoïde, porte 6 ailes qui correspondent aux points de suture des carpelles.

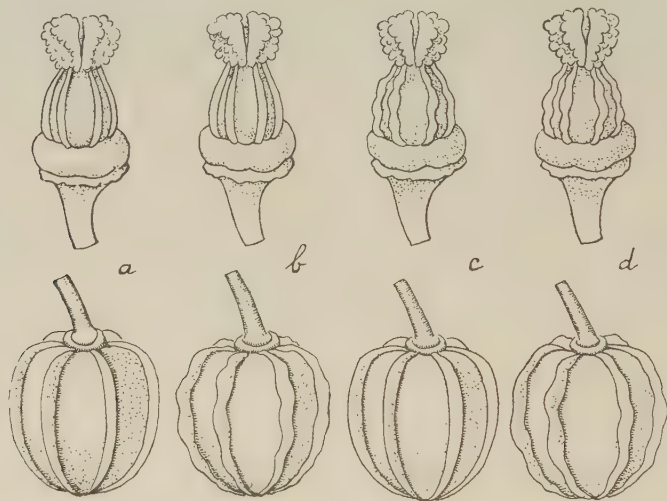


Fig. 42. — Fruit : aspect de la sinuosité de l'aile. — a, type 1; b, type 2; c, type 3; d, type 4.

Ailes de l'ovaire.

La crête de l'aile, généralement plus longue que sa base, ne peut épouser le profil de cette dernière. Elle déborde donc de chaque côté en produisant une ligne plus ou moins sinueuse selon les variétés. L'examen de la sinuosité de la crête de l'aile permet de séparer 4 groupes (fig. 42) :

Type 1. — La crête épouse toujours la base de l'aile et demeure parfaitement rectiligne durant toute la vie du fruit.

Variété type : *Criolina*. Ce cas est rare.

Type 2. — Contrairement à la majorité des cas, l'aile rectiligne sur le jeune fruit devient sinueuse au cours de la maturité.

Variété type : n° 17.209.

Type 3. — L'aile sinueuse sur le jeune fruit devient rectiligne au cours du vieillissement.

Variété type : n° 27.429.

Type 4. — La crête de l'aile demeure sinueuse depuis l'épanouissement de la fleur jusqu'à la maturité.

Variété type : H. 38.

Ce cas est de beaucoup le plus fréquent.

L'aile examinée le jour de l'ouverture de la fleur permet de la classer en 2 groupes selon sa couleur :

Type 1. — Aile entièrement verte (vert 368).

Variété : *Calabar* (Pl. VII, c.1).

Type 2. — Aile colorée. L'aile porte une couleur vive qui correspond au rouge 51 (Pl. VII, c.2 et c.3).

Variété : H. A 5.

Corps de l'ovaire.

La couleur du corps de l'ovaire n'est pas en relation avec les autres couleurs de la fleur. Elle doit donc être examinée séparément.

Deux groupes seront distingués :

Type 1. — Corps de l'ovaire vert (vert 412) (Pl. VII, c.1 et c.2).

Variété : *Sao Pedro Preto*.

Type 2. — Corps coloré (rouge 57) (Pl. VII, c.3).

Variété : *Bogor*, n° 247.

Le corps de l'ovaire doit être examiné le jour de l'épanouissement de la fleur.

2. — **LE STIGMATE.** — Le stigmate est sessile et formé de 3 lobes se divisant chacun en 2 crêtes finement bosselées.

La couleur du stigmate constitue un caractère important facile à observer. L'examen pratiqué le jour de l'ouverture de la fleur permet de séparer 2 types :

Type 1. Stigmate non coloré. — Le stigmate est blanc pur (H. 34) (Pl. XII, d.1) quelquefois légèrement rose (rouge 80) (H. 35) (Pl. XII, d.3).

Type 2. Stigmate rouge. — La couleur de l'organe peut varier du rouge 31 ou 52 au rouge 79 (Pl. XII, d.2).

Variété : n° 27.169.

Le caractère « stigmate rouge » n'existe pas sur les variétés malgaches ni sur les clones introduits à Madagascar. Il est apparu au cours de la disjonction d'hybrides à base de *Sao Pedro Preto*. Nous verrons plus loin que les clones à stigmate rouge opposent une forte résistance à la mosaïque.

3. — LES STAMINODES (fig. 40 c). — Les staminodes sont des étamines le plus souvent réduites à leur filet. Ce dernier peut être surmonté d'un rudiment d'anthère rarement garni de pollen, ou d'un lobe de stigmate.

Les staminodes persistent plus ou moins longtemps sur le fruit en cours de développement.

II. — LA FLEUR MÂLE

La fleur mâle comprend un calice, un torus et un androcée (Pl. XIII, a et b).

Le calice à sépales soudés à la base peut se trouver réduit à un renflement sur les variétés dépourvues de pollen. La fleur mâle se trouve toujours plus petite et moins colorée que la fleur femelle. Pour cette raison le calice et le torus seront toujours délaissés pour les opérations de classification.

L'androcée comprend 10 étamines qui partent de la base du torus. Dans l'étamine on distinguera :

- I. — *Le filet* légèrement jaunâtre de longueur variable (Pl. XIII, a.2 et b.2).
- II. — *Le connectif* plus ou moins velu qui unit le filet à l'anthère (Pl. XIII, a.3 et b.3).
- III. — *L'anthère* formée de deux thèques dont la face ventrale se trouve tournée vers la fleur (Pl. XIII, a.3 et b.3).
- IV. — *Le grain de pollen* de couleur orange, très adhérent, qui mesure de 12 à 15 microns de diamètre ; son transport par le vent ne dépasse pas 500 mètres (Pl. XIII, a.4).

La présence ou l'absence de pollen permet de classer les clones en deux groupes.

Type 1. Fleur mâle stérile. — La fleur très petite, quelquefois réduite à un minuscule bouton, a des anthères dépourvues de pollen. Ce caractère se reconnaît très facilement à la couleur des anthères qui demeurent blanches. D'une façon générale, ces variétés ont une faible végétation aérienne. Ce groupe comprend de nombreux clones : *Bouquet*, *Soso*, *Java* 12/28, H. 31, H. 32, H. 36 (Pl. VIII, a.1, a.2, a.3).

Type 2. Fleur mâle fertile. — L'étamine de couleur orange renferme du pollen (Pl. VIII, b.1, b.2, b.3, b.4).

Variétés : *Sao Pedro Preto*, *Criolina*, H. 33, H. 34, H. 35.

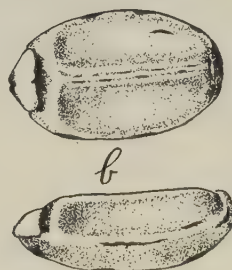
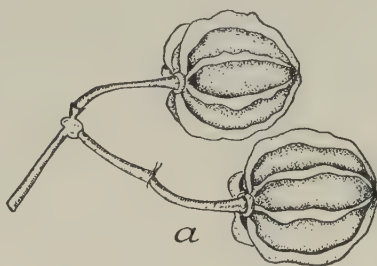
C. — LE FRUIT

Le fruit est une capsule sur laquelle on distingue (fig. 43 a) :

a) LE RENFLEMENT PÉDONCULAIRE FRUCTIFÈRE.

Il provient du renflement pédonculaire florifère. Particulièrement développé sur les hybrides de *Glaziovii*, cet organe peut, du caractère couleur, se classer en 4 groupes, en ayant soin de n'examiner que des organes exposés au soleil :

1. renflement pédonculaire fructifère entièrement vert ou verdâtre : H. 34, n° 18.100 (Pl. VIII, c.1).
2. organe dont la couleur claire est plus importante que la couleur vive (rouge, rouge violacé, violet) : H. 31, H. 32 (Pl. VIII, c.2).
3. la couleur vive recouvre l'organe sur une plus grande surface que la couleur claire : *Sao Pedro Preto* (Pl. VIII, c.3).
4. le renflement pédonculaire fructifère est complètement coloré par une teinte vive : n° 230 *Nodewide* (Pl. VIII, c.4).



b) LE DISQUE BASILAIRE FRUCTUAIRE.

Cet organe provient du torus.

c) LE CORPS.

Il correspond au corps de l'ovaire.

La couleur du corps est analogue à celle des rameaux et, pour cette raison, ce caractère ne sera pas pris en considération.

d) LES AILES.

Elles viennent des ailes du pistil et demeurent plus ou moins sinueuses dans la plupart des cas.

e) L'OMBILIC FRUCTUAIRE.

Il représente la cicatrice laissée par la chute du stigmate.

Fig. 43. — a, Fruit avec pédoncule; renflement pédonculaire fructifère; disque basilaire fructuaire; corps, ailes et ombilic fructuaire. — b, Graine avec corps et caroncule.

D. — LA GRAINE

Le fruit n'arrive à maturité qu'au bout de 5 mois. Alors la capsule éclate pour projeter jusqu'à une dizaine de mètres les 3 graines qu'elle contient.

Sur la graine, on distinguera (fig. 43 b) :

a) *le corps*, dont le tégument séminal externe est plus ou moins marbré.

Les marbrures du corps de la graine constituent un caractère variétal et chaque clone présente un aspect spécial, rendant difficile l'établissement d'une classification. Les marbrures se distinguent par leur nombre, leur largeur, la vigueur de leur couleur et leur inclinaison par rapport à l'axe de la graine.

Les figures d1 à d4 de la planche VIII montrent quelques types de graines.

b) *La caroncule*, qui est une excroissance du tégument.

Les graines, qui sont oléagineuses, mettent plusieurs mois à germer. Celles des espèces *Glaziovii* et *Pringlei* à tégument très dur ne germent souvent qu'à la deuxième saison des pluies.

IV. — LA RACINE

Comme c'est le cas pour beaucoup d'autres végétaux, la racine du manioc constitue le lieu d'emmagasinement de la matière hydrocarbonée.

La racine se trouve donc particulièrement riche en féculé, mais elle renferme aussi de la cellulose qui sert de support aux cellules bourrées d'hydrates de carbone, et de petites quantités de substances azotées, grasses et minérales. La proportion de cellulose s'accroît sur certains clones et plus particulièrement sur les hybrides interspécifiques. L'espèce *Glaziovii* est essentiellement ligneuse.

La surface de la racine porte des parties déprimées qui correspondent à des emplacements de radicelles.

A. — ASPECT DES RACINES

a) *POINT D'ATTACHE*.

La racine se fixe au collet par un pédoncule plus ou moins gros et plus ou moins long, permettant de distinguer 3 types d'insertion.

Type 1, sessile, fig. 44, variété n° 17.236.

La racine tient directement au collet et il n'y a pas à proprement parler de pédoncule. Elle se trouve seulement légèrement déprimée au point d'atta-

che. Les racines sessiles sont particulièrement appréciées en raison de leur faible teneur en cellulose.

Type 2, pédonculé, fig. 45, variété : n° 289.

La racine tient au collet par un pédoncule pouvant avoir jusqu'à 10 cm. de longueur sur 1 à 3 cm. de diamètre. La longueur de ce pédoncule varie sur un même individu, selon la racine considérée. Il n'est pas rare de trouver des racines presque sessiles à côté des pédonculées.

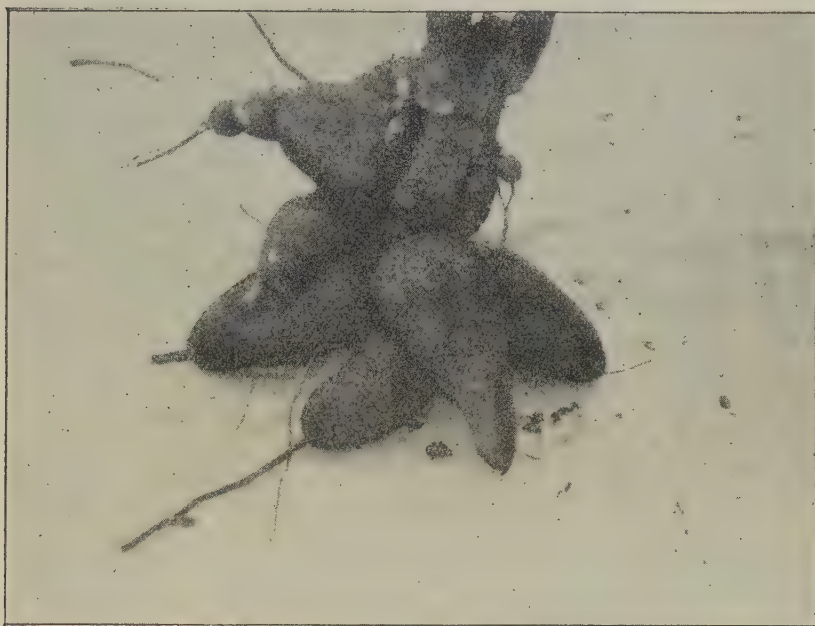


Fig. 44. — Racines sessiles sur le clone n° 17.256 (réduit 10 fois).

Les faisceaux du pédonculé se prolongent dans la racine et donnent à sa base un tissu fibreux compact, de râpage difficile, redouté des usiniers.

Type 3, longuement pédonculé, fig. 46, variété : Aïpi Valenca.

Le pédoncule a plus de 10 cm. de longueur. Les clones appartenant à ce groupe donnent généralement des racines cylindriques de faible volume et ligneuses.

b) LONGUEUR.

L'examen de la longueur des racines permet de distinguer 3 groupes :

Type 1, racine courte : fig. 47.

La racine n'atteint pas 40 cm. de longueur. Le cas est fréquent sur les maniocs mal développés ou sur certaines variétés comme n° 469 ; Bogor.

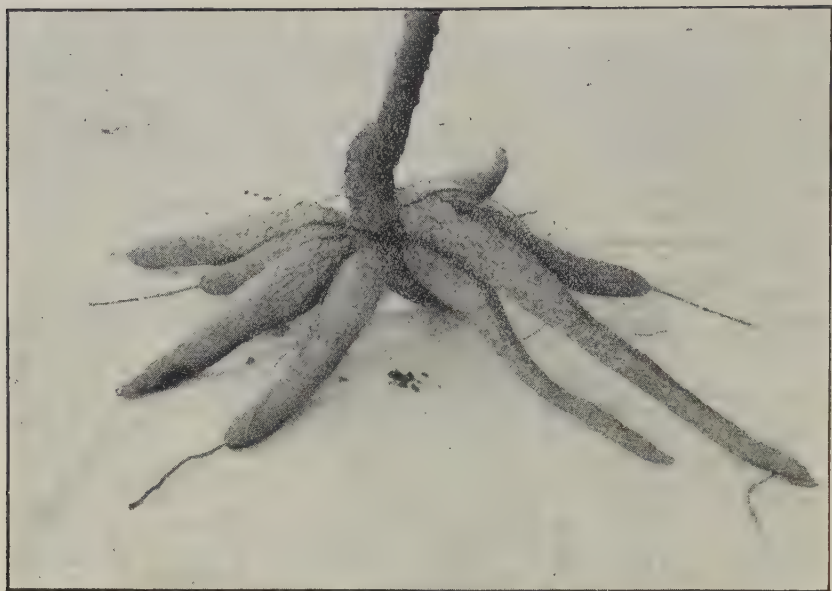


Fig. 45. — Racines pédonculées sur n° 469.



Fig. 46. — Racines longuement pédonculées sur *Aipi valenca*.

Type 2, racine normale : fig. 48.

La racine mesure de 40 à 80 cm. de longueur. Ce cas est de beaucoup le plus fréquent. Variétés : H. 34, *Sao Pedro*.

Type 3, racine longue : fig. 49.

La racine mesure plus de 80 cm. de longueur. Variété : H. 32.



Fig. 47. -- Racines courtes sur clone n° 469.

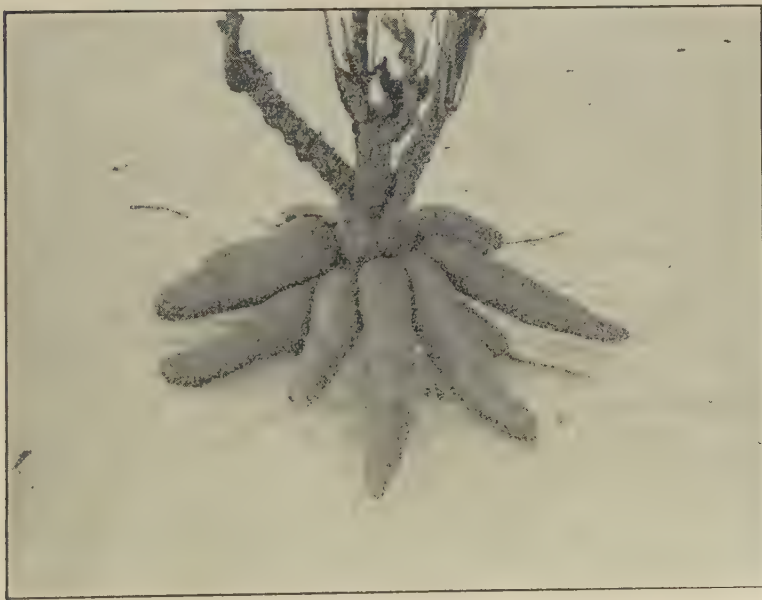


Fig. 48. -- Racines normales sur H. 34.

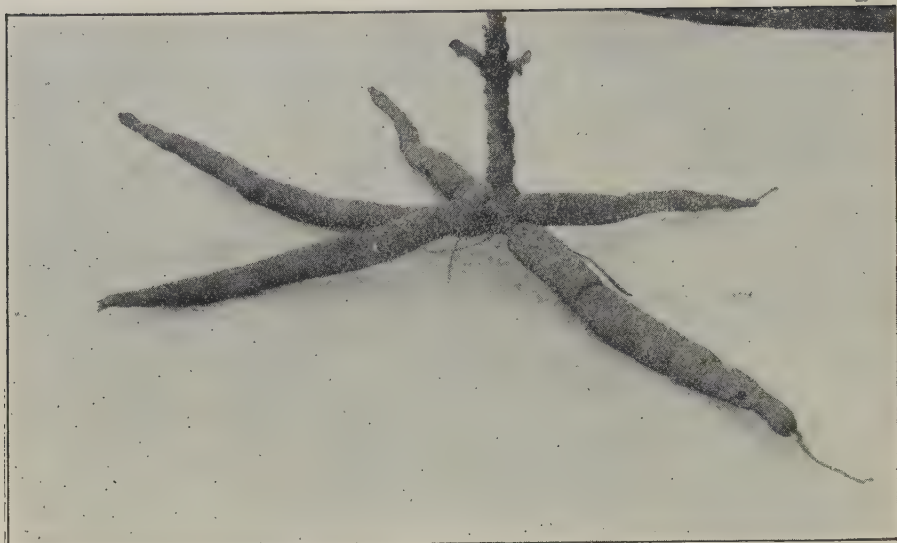


Fig. 49. — Racines longues sur H. 32.

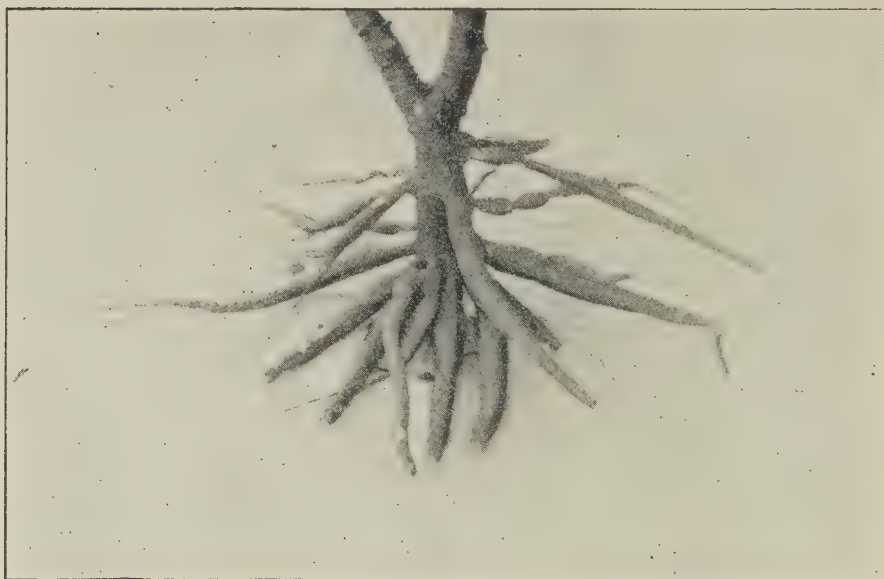


Fig. 50. — Racines minces sur *Brickaville*.

Sur certains clones comme le *Calabar* et le *Mangui*, elles peuvent atteindre 2 mètres de longueur.

Généralement, un pied de manioc porte des racines appartenant à 2 groupes. Pour cette raison, ce caractère n'est utilisé que pour différencier des cas extrêmes.



Fig. 51. — Forme des racines. — De gauche à droite : conique, fusiforme, cylindro-conique, cylindrique.

c) DIAMÈTRE DES RACINES.

Le volume des racines se mesure en prenant leur diamètre. Ce caractère très fluctuant n'a de valeur que lorsque l'on compare des clones plantés dans des conditions analogues. On distinguera :

Type 1, racines minces : fig. 50.

Le diamètre ne dépasse pas 5 cm. Les jeunes maniocs ou les individus mal venus entrent dans ce groupe. Cependant certains clones, comme le *Brickaville*, ont toujours des racines minces.

Type 2, racines moyennes :

Le diamètre oscille entre 5 et 15 cm. La plupart des variétés entrent dans ce groupe.

Type 3, racines grosses :

Les racines ont plus de 15 cm. de diamètre dans leur plus grande dimension. Certains clones comme le H. 36 ont tendance à ne donner qu'un faible nombre de racines, mais de gros calibre.

d) FORME DES RACINES.

De par leur forme, les racines peuvent être classées en 4 catégories, (fig. 51).

Type 1, racines coniques, variété : *Bogor*.

Les racines généralement sessiles vont en se rétrécissant, en allant de la base à l'extrémité.

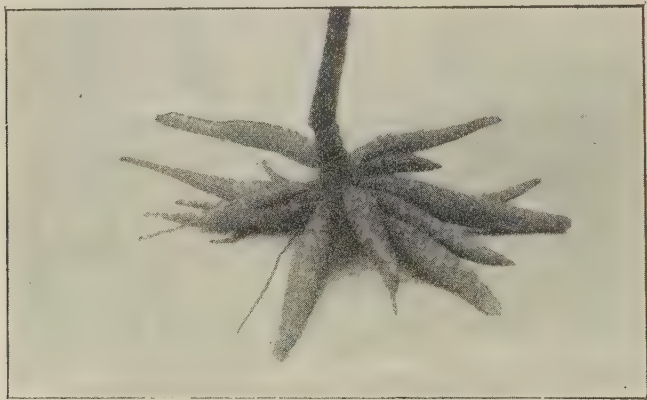


Fig. 52. — Racines fusiformes sur *Beambony*.

Type 2, racines fusiformes, fig. 51 et 52, variété : *Beambony*.

La racine possède entre la base et le milieu un point d'élargissement maximum, qui donne à l'organe l'aspect d'un fuseau.

Type 3, racines cylindro-coniques (fig. 51 et 53).

La racine possède son point d'élargissement maximum tout près de la base ; puis la grosseur demeure à peu près constante et ne se réduit qu'à

partir de la moitié de la racine. Cette dernière est plus ou moins effilée.

Les variétés : H. 31, H. 36 entrent dans ce groupe.

Type 4, racines cylindriques.

La racine affecte la forme d'un cylindre s'arrêtant assez brusquement vers l'extrémité. Variété : *Milay*.

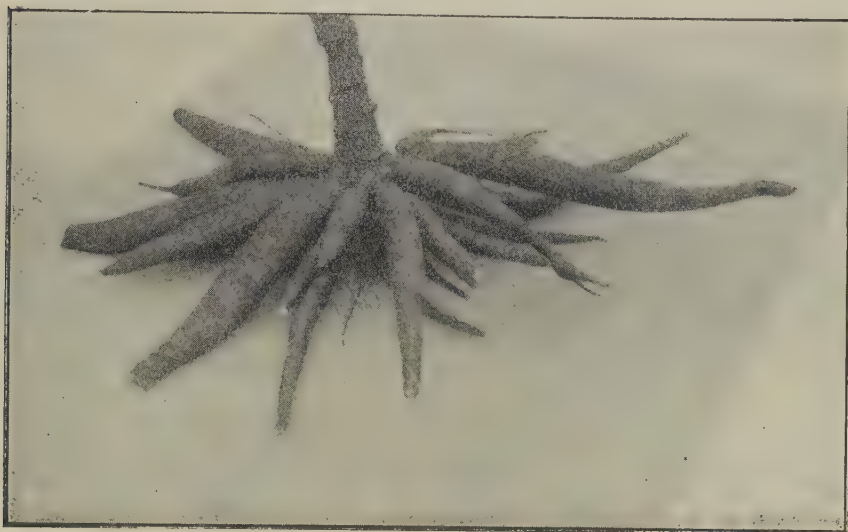


Fig. 53. — Cylindro-coniques sur pied d'H. 31.

e) DIRECTION DES RACINES.

Les racines de manioc sont presque toujours traçantes et se situent à quelques centimètres de la surface du sol. Cependant, sur quelques variétés comme le *Bogor* et le n° 469 et sur les maniocs issus de semis, les racines peuvent être plus ou moins plongeantes.

f) NOMBRE DE RACINES.

Au début de la croissance, on peut rencontrer une centaine de racines à la base de la bouture, mais quelques-unes seulement se tubérifient.

Leur nombre peut varier selon les individus, mais il existe des clones qui ont tendance à former peu de racines (H. 36). D'autres, par contre, en produisent un plus grand nombre (H. 34).

B. — STRUCTURE DE LA RACINE

Une coupe dans la racine permet de distinguer l'écorce et le cylindre central (Pl. VI).

I. — L'ÉCORCE

Elle comprend :

a) L'ÉCORCE EXTERNE qui est constituée :

1° du liège formé d'une série plus ou moins grande de cellules aplaties, accolées les unes aux autres (Pl. VI, d.1).

Sur les variétés à écorce externe fine (H. 31), le nombre de rangées de ces cellules est plus faible que sur les sortes à liège épais (*Criolina*, *Sao Pedro*).

Dans le premier cas, la proportion de liège par rapport au reste de la racine est de l'ordre de 0,5 %, tandis que dans le second, il varie autour de 2 %, selon la grosseur des racines et la variété en observation.

Au cours de l'usinage, le liège se détache de la racine au moment où celle-ci passe dans le laveur.

Certains industriels récupèrent cette écorce et l'utilisent pour la fumure. Une analyse de ces peaux a donné les chiffres ci-après pour cent :

— eau	: 57,5
— matières minérales	: 20,3
— » organiques	: 22,2

Pourcentage de matières utiles :

Dans l'écorce humide		Dans l'écorce sèche	Dans les matières minérales
CaO	1,46	3,45	7,2
K ₂ O	1,10	2,60	5,2
P ₂ O ₅	0,42	1	2
N	2,66	6,25	»

Dans la classification, le liège sera divisé en deux types :

Type 1, liège gris et mince correspondant aux couleurs jaune 250 et 230 ; vert 405 ; violet 680 avec des reflets annulaires violacés (violet 625). Dans ce cas, le liège se sépare difficilement du reste de la racine. Variétés : H. 31, H. 32 (Pl. IX, a.1).

Type 2, liège brun chocolat et épais correspondant aux couleurs 701 ; rouge 111 et 113. Généralement, ce liège se détache facilement des autres parties de l'écorce. Variétés : H. 33, *Sao Pedro Preto* (Pl. IX, a.2).

Il faut examiner les racines à l'âge de 6 mois au moins et après lavage.

Si l'on éprouve quelques difficultés à diagnostiquer le type, il suffit d'examiner le liège sur la face intérieure où il apparaît toujours beaucoup plus net.

2° *Le phellogène* (Pl. VI, d.2).

b) L'ÉCORCE INTERNE qui comprend :

1° *le phelloderme*. Contrairement à celui de la tige, il ne porte pas de sclérenchyme de soutien (Pl. VI, d.3).

Sa partie extérieure permet de définir 2 types de couleur :

Type 1, phelloderme blanc (Pl. IX, b.1).

Il peut être blanc absolu (*Sao Pedro Preto*), orange clair (jaune 249) comme dans l'*Australia* ; orange 199 ou orange 200, comme dans le *Bassiorao*.

Type 2, phelloderme rose violacé (Pl. IX, b.2).

Sa couleur correspond à l'orange 205 ; jaune 283 ; violet 685 ou brun-rouge 720.

Les variétés *Java* 12/28, *Bogor*, H' 32, appartiennent à ce type, ainsi que toutes les variétés qui possèdent un stigmate rouge. Dans ce dernier cas, la couleur est plus foncée (Pl. IX, b.3).

2° *le liber*, qui dispose ses cellules en files radiales (Pl. VI, d.4).

L'épaisseur de l'écorce interne varie généralement entre 2 et 3 mm., mais elle s'épaissit en même temps que la racine et, lorsque cette dernière atteint 20 cm. ou plus de diamètre, l'ensemble du phelloderme et du liber peut mesurer 10 mm. d'épaisseur. Ce cas est très apparent sur le *Bassiorao*.

La proportion d'écorce interne par rapport au reste de la racine varie entre 8 et 15 %. Comme on le verra plus loin, cette partie est pauvre en fécule et on a intérêt à rechercher des variétés à écorce mince. Elle constitue aussi la partie la plus riche en HCN et secrète comme la tige un latex acide qui se coagule à l'air.

II. — LE CYLINDRE CENTRAL (Pl. VI-d.5)

Il forme la pulpe ou chair de la racine. Il est séparé de l'écorce par l'assise génératrice interne.

En dehors de ses cellules bourrées de grains de fécule, le cylindre central comporte des faisceaux ligneux dont un faisceau central représentant le bois primaire. Il n'y a pas de moelle. Certaines variétés présentent, lorsque les racines atteignent un certain grossissement, des poches d'air situées au milieu du cylindre central. Ces racines se trouvent ainsi très allégées et fausseraient les essais de prise de densité si certaines précautions n'étaient pas prises (voir p. 339).

L'examen du cylindre central permet de distinguer 2 types de coloration :

Type 1, pulpe blanche, variétés : H. 31, H. 32 et la presque totalité des variétés cultivées (Pl. IX, c.1).

Type 2, pulpe jaune ou ocre clair correspondant au jaune 260 ou 320 (pl. IX, c.2).

Variétés : *Trinidad*, n° 15.111.

Lorsque le stigmate de la fleur est coloré, les faisceaux ligneux de la racine peuvent être marqués de rouge (Pl. IX, c.3).

COMPOSITION DU CYLINDRE CENTRAL.

Le cylindre central constitue la partie essentielle de la racine. Comparé à l'écorce interne, sa composition se trouve être la suivante (moyenne de 20 variétés).

Constituants	Ecorce interne	Cylindre central	Total racine y compris l'écorce interne
Eau	72	59	61
Fécule	20,1	36	33,6
Matières minérales	1,7	1,2	1,3
— grasses	0,6	0,4	0,4
— azotées	1,5	1	1,2
Cellulose	2,5	1,1	1,2
Saccharose et dextrine	1,2	1	1
Glucose	0,4	0,3	0,3

La constitution des matières minérales pour cent de cendre est indiquée par les chiffres ci-après :

	Ecorce interne	Cylindre central
CaO	24,6	15
K ₂ O	43,5	68
P ₂ O ₅	6	10,5

C. — LA MANIHOTOXINE

La racine renferme un glucoside, la manihotoxine, qui se décompose au contact de l'air en libérant de l'acide cyanhydrique.

La proportion de ce corps toxique varie avec les variétés, la saison, le lieu de culture et l'altitude.

Au Lac Alaotra, pour des maniocs plantés sur terres d'alluvions, bien drainées, on rencontre les proportions ci-après d'acide cyanhydrique en milligrammes pour 100 grammes de manioc.

Liège	3 à 12
Ecorce interne	8 à 30
Cylindre central	2 à 5

Les indigènes ont remarqué la teneur élevée de l'écorce interne en HCN. Ils ne manquent jamais de l'enlever avant de consommer la racine.

La teneur en HCN passe par un maximum en hiver et est plus particulièrement marquée de juillet à août. Elle diminue ensuite pour passer par un minimum au cours de la phase de grande activité.

Il semble que la richesse en HCN augmente avec l'altitude. A Tamatave, tous les maniocs sont beaucoup plus pauvres que ceux de l'Alaoatra ou de la région d'Anjiro. La teneur en glucoside augmente sur les plateaux de Moramanga pour devenir plus marquée à Tananarive.

La proportion d'HCN décroît sur les cultures soignées et augmente avec les difficultés de croissance. Un manioc « doux » en plantation normale devient amer si la teneur en eau du sol s'accroît (culture sur terre basse) ou si la sécheresse provoque une réduction de la croissance. En sol de colline, la teneur est toujours plus forte. Elle diminue si la terre est sableuse.

La coupe des bois provoque une diminution de l'HCN des racines. La teneur augmente si l'on accroît la distance de plantation.

On conçoit après l'exposé de ces remarques que les classifications qui divisent les maniocs en variétés douces et amères ne puissent avoir qu'une valeur bien relative et seulement valables pour un milieu déterminé.

Des différences existent cependant entre les clones et les indigènes ne manquent pas de les relever. Les clones 1 B, *Cassave Beurrine*, *Ankrah*, *Australia*, H. 32 et les numéros 4.114 et 8.819 sont particulièrement doux. Le *Sao Pedro Preto*, *Criolina*, H. 31, H. 34 et le numéro 6.555 sont parmi les plus amers. Des types particulièrement chargés en acide cyanhydrique se rencontrent sur les clones à stigmaté coloré.

V. — CLASSIFICATION DES CLONES DE MANIOC

Il n'y a pas moins de 300 variétés de manioc cultivées à Madagascar descendant presque toutes du *Manihot utilissima*; quelquefois, on trouve des hybrides *Manihot Glaziovii* $\times$ *Manihot utilissima* dont les indigènes utilisent les feuilles comme légume vert.

En raison de leur ressemblance, les clones du *Manihot utilissima*, qui seuls nous intéressent ici en raison de leur racine remplie de grains de féculé, se différencient avec difficulté. Les indigènes les désignent sous le nom de « manioc blanc » ou « manioc rouge », selon la couleur du phelloderme des racines. On les appelle encore « Manioc doux » ou « *Madarasy* doux », « Manioc amer » ou « *Madarasy* amer », selon la teneur des racines en acide cyanhydrique.

Un caractère physiologique a parfois suffi à donner un nom à la variété : le *Tsimatindrano* (littéralement = ne meurt pas dans l'eau) a été ainsi appelé en raison de sa résistance à l'humidité. Un caractère morphologique marquant a aussi été quelquefois utilisé : *Tongobintsy* (le pétiole des feuilles

rappelle les pattes du Martin-pêcheur) ; *Fingobalala* (les racines effilées rappellent les pattes sauteuses de la Sauterelle).

Le rassemblement à la Station Agricole de l'Alaotra d'une importante collection a permis de rencontrer de nombreuses synonymies. Le *Shelisheli* du Tanganyika est appelé *Constantin* à Maurice et à La Réunion ; *Bakamena* dans la région de Moramanga ; *Magaroa* sur la côte est ; *Borbona* à Ambatolampy. Ce clone est, d'autre part, très voisin du *Butter Stick* de Java appelé *Kapaika* à Morondava et *Borbona* à Antsirabe.

Les homonymies sont aussi fréquentes : les nombreux « *Borbona* » plantés un peu partout dans l'Ile sont différents d'une région à une autre. Les « *Madarasy* », les « *Kapaika* », les « *Beambony* » diffèrent très sensiblement selon les zones de culture.

Devant une telle confusion, il devenait nécessaire de jeter les bases d'une classification.

ESSAI DE CLASSIFICATION RATIONNELLE.

Sur le *Manihot utilisima*, espèce riche en caractères morphologiques, il était facile à l'aide de ceux-ci de distribuer systématiquement les clones ; mais nous ne voulions pas dans cette classification nous contenter de diriger simplement le chercheur sur la variété qu'il étudie, nous avons essayé de dégager les liens de parenté existant entre les divers groupes de variétés.

La couleur des racines, des rameaux et des pétioles suffisait notamment à différencier les divers clones plantés à Madagascar, mais une telle classification aurait eu l'inconvénient d'éloigner des variétés parentes et de rapprocher des clones génétiquement très différents.

Cependant, malgré notre désir d'arriver à une classification naturelle, les connaissances sur la vie intime de la plante ne sont encore qu'incomplètes et notre classification devra faire encore un large appel aux caractères morphologiques.

L'IMPORTANCE DE LA COULEUR DU STIGMATE.

Le stigmate, comme nous l'avons vu (p. 259) peut être blanc ou vivement coloré. Un stigmate rouge entraîne la coloration des jeunes feuilles, du phelloderme des bois et des racines.

Du point de vue physiologique, les clones porteurs de ce caractère prennent difficilement la mosaïque et lui résistent lorsqu'ils sont atteints (voir p. 357). Par contre, ils deviennent fragiles aux pourritures ; ils ont généralement une forte végétation aérienne et des racines riches en HCN.

Les clones à stigmate rouge ont donc une certaine ressemblance morphologique et physiologique. C'est sur ce caractère du stigmate que sera différenciée la première section du *Manihot utilisima*.

Il sera examiné ci-dessous la plupart des variétés cultivées à Madagascar. Il faut noter que le nombre de clones s'accroît tous les ans du fait que les indigènes peuvent bouturer un manioc issu d'un semis naturel qui sera alors le point de départ d'un clone nouveau.

SECTION I

I Fleurs mâles stériles du type 1	
1 Port étalé du type 3	N° 27.249
2 Port dressé du type 4	N° 27.429
II Fleurs mâles fertiles du type 2	
1 Liège non coloré du type 2	
A Rameaux non colorés du type 1	
a Feuilles à partitions ordinaires du type 3.....	N° 7.207
b Feuilles à partitions larges du type 4	
= Intérieur périanthe coloré du type 2.....	N° 2.599
= Intérieur périanthe coloré du type 4	N° 27.585
B Rameaux entièrement colorés du type 8.....	N° 332 (H. 6)
2 Liège coloré du type 2	
A Bois d'un an gris verdâtre du type 1	
a Rameaux à stipules feuillées	N° 2.955
b Rameaux à stipules non feuillées	N° 24.474
B Bois d'un an gris noirâtre du type 4	
a Feuilles à partitions du type 3	N° 5.993
b Feuilles à partitions larges du type 4	
= Côtes de l'ovaire non colorées du type 1.....	N° 6.571
= Côtes de l'ovaire colorées du type 2	
× Corps de l'ovaire du type 1.....	N° 3.092
× Corps de l'ovaire coloré du type 2.....	N° 1.834

SECTION II

I Fleurs mâles stériles du type 1	
1 Liège non coloré du type 1	
A Phelloderme non coloré du type 1	
a Intérieur périanthe du type 2	
= Bois d'un an gris verdâtre du type 1.....	Nakasoga
= Bois d'un an gris jaunâtre du type 2.....	N° 27.450
b Intérieur périanthe du type 3.....	N° 12.213
B Phelloderme coloré du type 2.....	N° 12.244
2 Liège coloré du type 2	
A Phelloderme non coloré du type 1	
a Rameaux non colorés du type 1	
= Bois d'un an gris rougeâtre du type 3.....	N° 12.254
= Bois d'un an gris noirâtre du type 4.....	N° 12.189
b Rameaux colorés du type 3.....	N° 12.246
c Rameaux colorés du type 6.....	N° 12.290
B Phelloderme coloré du type 2	N° 12.216
II Fleurs mâles fertiles du type 2	
1 Liège non coloré du type 1	
A Phelloderme non coloré du type 1	
a Pousses colorées du type 2.....	N° 12.177
b Pousses colorées du type 4	
= Rameaux colorés du type 6.....	N° 12.158
= Rameaux entièrement colorés du type 8.....	N° 12.174
B Phelloderme coloré du type 2.....	N° 12.186
2 Liège coloré du type 2	

- A Phelloderme non coloré du type 1
 - a Rameaux non colorés du type 1 ou 2
 - = Bois d'un an gris verdâtre du type 1..... N° 12.187
 - = Bois d'un an gris rougeâtre du type 3..... N° 27.462
 - b Rameaux colorés du type 4 ou 5
 - = Bois d'un an gris verdâtre du type 1..... N° 12.203
 - = Bois d'un an gris noirâtre du type 4..... N° 12.182
 - c Rameaux colorés du type 8..... N° 12.164
- B Phelloderme coloré du type 2..... N° 27.765

SECTION III

- I Liège non coloré du type 1
 - 1 Phelloderme non coloré du type 1
 - A Rameaux non colorés du type 1
 - a Côtes de l'ovaire rectilignes du type 1
 - = Intérieur périanthe du type 2..... 234 Manioc Blanc
 - = Intérieur périanthe du type 4..... 238 Bepapaïa
 - b Côtes de l'ovaire tordues du type 2
 - = Intérieur périanthe du type 1 ou 2
 - + Sépales étroits du type 1
 - o Pétioles non colorés du type 1.... 115 Mahogomaitso = 276 Mahogofotsy
 - o Pétioles colorés du type 3..... 126 Vohaboangy
 - + Sépales moyens ou larges du type 2 ou 3
 - o Pousses colorées du type 2..... 45 Beambony
 - o Pousses colorées du type 3..... 71 Mangaroa
 - = Intérieur périanthe du type 3 ou 4
 - × Corps de l'ovaire du type 1..... 359 (H. 31)
 - × Corps de l'ovaire du type 2..... 260 Jabora
 - B Rameaux colorés du type 3
 - a Ailes de l'ovaire rectilignes du type 1
 - = Pousses colorées du type 2..... 44 Tongombitsy
 - = Pousses colorées du type 4..... 388 Sao Pedro 1.644
 - b Ailes de l'ovaire tordues du type 2
 - = Marque de velum du type 1..... 389 Mahagofotsy
 - = Velum retroussé du type 3..... 20 Negrita de Maurice
 - = Velum large du type 3
 - × Torus jaunâtre du type 1..... 168 Tatarorepaka
 - × Torus rougeâtre du type 2..... 65 7 A
- C Rameaux colorés du type 4, 5 ou 6
 - a Ailes de l'ovaire rectiligne du type 1
 - = Torus jaunâtre du type 1..... 217 Cambezandura
 - = Torus rougeâtre du type 2
 - × Pousses colorées du type 2..... 330 (V. 43)
 - × Pousses colorées du type 3 ou 4
 - + Sépales étroits du type 1
 - o Port érigé du type 3..... 237 Samiamanboleha
 - o Port dressé du type 4
 - // Velum large du type 3..... 68 Sarilombiry
 - // Velum dressé du type 2
 -) Pétioles colorés du type 5..... 190
 -) Pétioles colorés du type 7..... 248 Variaty
 - + Sépales larges du type 3..... 72 Kelimanampana
 - b Ailes de l'ovaire tordues du type 2
 - = Sépales étroits du type 1
 - × Ailes de l'ovaire du type 1..... 150 Imerimandroso
 - × Ailes colorées du type 2
 - + Torus jaunâtre du type 1..... 163 Sabora

- + Torus rougeâtre du type 2
 - o Velum étroit du type 2
 - // Pétioles colorés du type 5 ou 6
 -) Axe primaire non coloré du type 1
 - : Degré d'imprégnation 2..... 66 Madras
 - : Degré d'imprégnation 4..... 264 Manioc indigène
 -) Axe primaire coloré du type 4..... 152 Bingokely
 - // Pétioles colorés du type 8..... 240 Tsimaimbolava
 - o Velum large du type 3
 - // Pétioles colorés du type 5..... 254 Mamoakely
 - // Pétioles colorés du type 7..... 130 Madras d'Antsirabé
- = Sépales larges du type 3
 - × Torus jaune du type 1
 - + Axe primaire non coloré du type 1
 - o Stigmate blanc du type 1
 - // Nervures colorées du type 8..... 199 (2. B)
 - // Nervures colorées du type 10..... 187 (3. A)
 - o Stigmate rose du type 1..... 184 Nanisana
 - + Axe primaire coloré du type 4
 - o Port dressé du type 4..... 52 Madras de Mahajamba = 56 Madras = 157 Madras de Mahajamba
 - o Port érigé du type 5..... 170 Bekasy
 - × Torus rougeâtre du type 2
 - + Marque de velum du type 1..... 375 (H. 37)
 - + Velum droit du type 2..... 127 Magaroa
 - + Velum dressé du type 2
 - o Pétioles colorés du type 5..... 109 Mangahazosoaso
 - o Pétioles colorés du type 7..... 61 Fotsy
- 2 Phelloderme coloré du type 2
 - A Rameaux non colorés du type 1
 - a Sépales étroits du type 1
 - = Variété à faible végétation..... 87 Tsilefimalandy
 - = Variété à forte végétation..... 107 Magahazofotsy
 - b Sépales larges du type 3
 - = Port étalé du type 3
 - × Intérieur périanthe du type 2
 - + Pétioles non colorés du type 1..... 113 Fingombalala
 - + Pétioles colorés du type 3..... 110 Dorodoro = 111 Tongombitsy
 - × Intérieur périanthe du type 3 ou 4
 - + Branches dressées..... 154 Fotsy = 183 Fotsy
 - + Branches horizontales 370..... (H. 32)
 - = Port dressé du type 4
 - × Torus jaunâtre du type 1... 43 Mahogofotsy = 49 Kapaika
 - × Torus rougeâtre du type 2
 - + Marque de velum (type 1)..... 54 Tsilefimalandy de Mahajamba
 - + Velum étroit du type 2..... 67 Fotsy
 - B Rameaux colorés du type 3
 - a Racines non ligneuses 35 Java 12/28
 - b Racines ligneuses 32 Federated Malais State
- II Liège coloré du type 2
 - 1 Phelloderme coloré du type 1
 - A Rameaux colorés du type 1 ou 2
 - a Côtes de l'ovaire rectilignes du type 1
 - = Bois d'un an gris verdâtre du type 1 et du type 4 à deux ans..
 - Port étalé du type 3 11 Borbona de Mandoto
 - Port érigé du type 5 90 Borbona
 - = Bois d'un an gris jaunâtre du type 2 et du type 3 à deux ans..
 - 14 Borbona de Fénérive

- b Côtes de l'ovaire tordues du type 2
 - = Pétioles du type 1 ou 2
 - × Bois d'un an gris verdâtre du type 1
 - + Marque de velum du type 1..... 46 Boabohangy
 - + Velum retroussé du type 3..... 82 Kazahafotsy
 - × Bois d'un an gris rougeâtre du type 3..... 151 Sagary
 - = Pétioles colorés du type 3
 - × Port étalé du type 3..... 101 Variaty
 - × Port dressé du type 4..... 241 Variaty Menavololona
- B Rameaux colorés du type 3
 - a Côtes de l'ovaire rectilignes du type 1
 - = Ailes de l'ovaire non colorées du type 1..... 17 Lemerle
 - = Ailes de l'ovaire du type 2
 - × Velum étroit du type 2
 - + Bois d'un an gris rougeâtre du type 3.. 165 Kazahamena
 - + Bois d'un an gris noirâtre du type 4.. 279 Mangahazogasy
 - × Velum retroussé du type 3..... 274 Manioc ordinaire
 - b Côtes de l'ovaire tordues du type 2
 - = Port étalé du type 3
 - × Bois d'un an gris verdâtre et du type 3 à deux ans..... 77 Voabohangy
 - × Bois d'un an et de 2 ans gris noirâtre du type 4..... 112 Magahazomainty
 - = Port dressé du type 4
 - × Torus jaunâtre du type 1..... 117 Mangahazososoa
 - × Torus rougeâtre du type 2.. 51 Manioc du pays = 74 Bemavo
- C Rameaux colorés du type 5 ou 6
 - a Intérieur du périanthe coloré du type 1 ou 2
 - = Côtes de l'ovaire rectilignes du type 1
 - × Sépales étroits du type 1
 - + Corps de l'ovaire du type 1.... 158 Tongombitsy = 181 Tongombitsy
 - + Corps de l'ovaire coloré du type 2
 - o Pousses non colorées du type 1..... 105 Madarasy
 - o Pousses colorées du type 3..... 227 Madagascar
 - × Sépales larges du type 3
 - + Torus jaunâtre du type 1
 - o Port étalé du type 3..... 228 Zanzibar rouge
 - o Port érigé du type 5..... 259 Magaria = Mandridrano
 - + Torus rougeâtre du type 2
 - o Port étalé du type 3
 - // Velum étroit du type 2..... 236 Beambony
 - // Velum retroussé du type 3..... 76 Beambony
 - o Port érigé du type 5..... 394 (P-46)
 - = Côtes de l'ovaire tordues du type 2
 - × Port en boule du type 1..... 374 (H. 36)
 - × Port étalé du type 3
 - + Bois d'un an gris rougeâtre du type 3.. 218 Zanzibar blanc = 221 Singapoore amélioré
 - + Bois d'un an gris noirâtre du type 4..... 89 Madras
 - × Port dressé du type 4
 - + Torus jaunâtre du type 1
 - o Pétioles colorés du type 4.. 99 Soasoa = 100 Telovolana
 - o Pétioles colorés du type 7.... 266 Brickaville rouge = n. 267
 - + Torus rougeâtre du type 2
 - o Velum étroit du type 2..... 283 Manioc indigène
 - o Velum retroussé du type 3..... 272 Manioc Madras
 - × Port érigé du type 5
 - + Ailes de l'ovaire du type 1

- o Marque de velum du type 1..... 9 Soso = 49 Soso
- o Velum étroit du type 2..... 144 Camanioc d'Andaingo
- o Velum retroussé du type 3.. 138 Bakamena d'Anjiro =
8 Bouquet de la Réunion = 27 Icery = 88 Camanioc
142 Vohitsara = 178 Camanioc = 382 Tokantovo
- + Ailes colorées du type 2
 - o Torus jaunâtre du type 1.... 164 Kazahabilivory = 86
Tsitakatromby
 - o Torus rougeâtre du type 2..... 162 Manitriha
- b Intérieur périanthe du type 3 ou 4
= Corps de l'ovaire non coloré du type 1 329 (P. 95)
= Corps de l'ovaire coloré du type 2 265 Madras
- D Rameaux colorés du type 8..... 269 Bunch of Kady
- 2 Phelloderme coloré du type 2
 - A Rameaux non colorés du type 1..... 251 Dorodoro
 - B Rameaux colorés du type 3..... 256 Variaty
 - C Rameaux colorés du type 4, 5 ou 6
 - a Intérieur périanthe du type 2
= Pousses colorées du type 2..... 91 Mahogomaintso
= Pousses colorées du type 3 ou 4
× Pétioles colorés du type 6..... 26 Paloma
× Pétioles colorés du type 7 ou 8
+ Corps de l'ovaire du type 1..... 19 Negrita 15
+ Corps de l'ovaire du type 2..... 247 Magahazogasy
 - b Intérieur périanthe du type 3 ou 4
= Côtes de l'ovaire rectilignes du type 1..... 232 Negrita 12
= Côtes de l'ovaire tordues du type 2
+ Côtes de l'ovaire du type 1
 - o Bois d'un an gris verdâtre du type 1.. 81 Ambohasampy
 - o Bois d'un an gris rougeâtre du type 3.. 18 Trinidad
de Maurice
 - + Corps de l'ovaire du type 2
 - o Port étalé du type 3..... 250 Mangahazomazana
 - o Port dressé du type 4
//Pétioles non colorés du type 1.. 244 Tsimainborevaka
//Pétioles colorés du type 4, 5 ou 6
)) Sépales étroits du type 1..... 263 Bourbon
)) Sépales larges du type 3
: Marque de velum du type 1 124 Tongombitsy = 270
Maitsohely
: Velum étroit du type 2..... 42 Tsimatindrano
- D Rameaux colorés du type 8..... 230 Smalaing

SECTION IV

- I Phelloderme non coloré du type 1
 - 1 Rameaux non colorés du type 1 ou 2
 - A Bois d'un an gris verdâtre du type 1 et du type 4 à 2 ans
 - a Côtes de l'ovaire rectilignes du type 1
= Ailes de l'ovaire non colorées du type 1..... 372 (H. 34)
= Ailes colorées du type 2
× Sépales étroits du type 1..... 36 Tapicura
× Sépales larges du type 3..... 62 Manioc Madras
 - b Côtes de l'ovaire tordues du type 2
= Sépales étroits du type 1..... 273 Manioc Bourbon
= Sépales larges du type 3
× Pétioles non colorés du type 2.. 10 Borbona d'Ambohivory
× Pétioles colorés du type 6.. 387 Manioc Jaune local doux

- B Bois d'un an gris jaunâtre du type 2 et du type 3 à 2 ans
 a Pousses colorées du type 2..... 136 Borbona de Mandoto
 b Pousses colorées du type 4... 131 Fotsy d'Antsirabé = 133 Fotsy d'Ambatolampy
- 2 Rameaux colorés du type 3
 A Bois d'un an gris verdâtre du type 1
 a Torus jaunâtre du type 1
 = Ailes de l'ovaire non colorées du type 1..... 28 Bassiorao
 = Ailes de l'ovaire colorées du type 2..... 121 Maitsohe
 b Torus rougeâtre du type 2..... 255 Madarasy
- B Bois d'un an gris rougeâtre du type 3
 a Côtes de l'ovaire rectilignes du type 1..... 160 Borbona
 b Côtes de l'ovaire tordues du type 2.. 140 Variaty d'Ambohivory
- C Bois d'un an gris noirâtre du type 4..... 119 Madarasy
- 3 Rameaux colorés du type 4, 5 ou 6
 A Côtes de l'ovaire rectilignes du type 1
 a Intérieur périanthe du type 1 ou 2
 = Ailes non colorées du type 1
 × Sépales étroits du type 1
 + Ombrilic foliaire non coloré..... 64 Fotsy
 + Ombrilic foliaire ne se colorant que sur les jeunes feuilles 102 Negrita
 × Sépales larges du type 3..... 4 Calabar
 = Ailes colorées du type 2
 × Bois d'un an gris verdâtre du type 1
 + Marque de velum du type 1..... 97 Elabalalana
 + Velum retroussé du type 3..... 171 Marovony
 × Bois d'un an gris noirâtre du type 4
 + Corps de l'ovaire non coloré du type 1
 o Sépales étroits du type 1..... 96 Bourbonnia
 o Sépales larges du type 3
 // Nervures non colorées du type 1..... 328 (L. 52)
 // Nervures colorées du type 6..... 397 (L. 62)
 + Corps de l'ovaire coloré du type 2
 o Port dressé du type 4..... 401 (V. 46)
 o Port érigé du type 5..... 378 (V. 45)
 b Intérieur périanthe coloré du type 4..... 392 (V. 28)
- B Côtes de l'ovaire tordues du type 2
 a Ailes de l'ovaire non colorées du type 1.. 23 Sao Pedro Preto
 b Ailes de l'ovaire colorées du type 2
 = Port dressé du type 4
 × Sépales étroits du type 1
 + Pétioles colorés du type 6
 o Marque de velum du type 1.. 134 Madras d'Ambatolampy
 o Velum retroussé du type 3..... 108 Tsitakabositra
 + Pétioles colorés du type 7 ou 8
 o Torus jaunâtre du type 1..... 80 Mavorongo
 o Torus violacé du type 3..... 327 (V. 35)
 × Sépales moyens ou larges du type 2 ou 3
 + Bois gris rougeâtre du type 3
 o Ombrilic foliaire vert..... 249 Mangahazososoa
 o Ombrilic foliaire rouge clair 2..... 245 Tsimanefaka
 o Ombrilic foliaire vivement coloré 4.. 246 Manioc Bourbon
 = 275 Baibona
 + Bois d'un an noirâtre du type 4..... 252 Ramiova
 = Port étalé du type 3
 × Marque de velum du type 1..... 377 (L. 92) = 399
 × Velum retroussé du type 3..... 116 Mangahazogasy
 = Port érigé du type 5
 ~× Torus jaunâtre du type 1

- + Dessous des feuilles vert jaunâtre du type 3.. 79 Mangaroa
- + Dessous des feuilles vert blanchâtre du type 2.. 368 Kazahasabory
- × Torus rougeâtre du type 2..... 395 (P. 66)
- 4 Rameaux colorés du type 8
- A Ailes non colorées du type 1..... 393 (V. 47)
- B Ailes colorées du type 2
- a Feuilles violacées à la face supérieure du type 4.... 2 Nodewide
- b Feuilles vertes à la face supérieure du type 1
- = Velum étroit du type 2
- × Nervures colorées du type 6..... 385 Java amer
- × Nervures toutes colorées du type 10.. 24 Criolina = 220 Buncholkey = 231 Bleutop = 233 Sao Pedro n° 1.694
- = Velum denté du type 1..... 402 (V. 62)
- II Phelloderme coloré du type 2
- 1 Rameaux non colorés du type 1
- A Feuilles à partitions étroites du type 2
- a Corps de l'ovaire non coloré du type 1.. 37 Aïpi Mangi = 38 Mangi = 39 Valenca = 73 Mangi
- b Corps de l'ovaire coloré du type 2..... 29 Bogor
- B Feuilles à partitions ordinaires du type 3
- a Intérieur périanthe coloré du type 2
- = Corps de l'ovaire non coloré du type 1..... 262 Menalaingo
- = Corps de l'ovaire coloré du type 2..... 169 Tsitakatromby
- b Intérieur périanthe coloré du type 4..... 239 Mangahazofotsy
- 2 Rameaux colorés du type 4, 5 ou 6
- A Bois d'un an gris verdâtre du type 1
- a Côtes de l'ovaire rectilignes du type 1..... 63 Valenca
- b Côtes de l'ovaire tordues du type 2.... 6 Ankrah = 31 Aïpi
- Valenca = 40-Mitay = 94 Madamomialakanjo = 226 Violette
- Mayence = 243 Madamomialakanjo
- B Bois d'un an gris rougeâtre du type 3
- a Feuilles à partitions étroites du type 2.. 93 Mahogomaitso de Soanieranivongo
- b Feuilles à partitions ordinaires du type 3
- = Torus jaunâtre du type 1..... 257 Tongobintsy II = 258 Fingobalala
- = Torus rougeâtre du type 2..... 25 Cassave Beurrine

SECTION V

- I Bois rectilignes
- 1 Feuilles à lobes étroits du type 1..... 92 Bazahatavolo = 95 Tavolo
- 2 Feuilles à lobes normaux du type 3
- A Corps de l'ovaire non coloré du type 1
- a Torus jaunâtre du type 1
- = Port étalé du type 3
- × Marque de velum du type 1.... 12 Borbona d'Ambatolampy
- × Velum retroussé du type 3..... 50 Voanimasakevoka
- = Port dressé du type 4..... 167 Kazahaborbona
- b Torus rougeâtre du type 2..... 75 Samiamamboleha
- B Corps de l'ovaire coloré du type 2..... 129 Borbona d'Antsirabé
- II Bois dont les mérithalles forment une ligne brisée
- 1 Rameaux non colorés du type 2..... 41 Mi-trang
- 2 Rameaux colorés du type 5 ou 6
- A Nervures colorées du type 6..... 5 Shelisheli = 16 Constantin de Maurice = 106 Magaroa = 120 Magaroa = 132 Borbona d'Ambatolampy = 143 Bakamena
- B Nervures colorées du type 10..... 13 Borbona d'Antsirabé = 30 Butter Stick = 58 Kapaika

SECTION VI

- I Côtes de l'ovaire rectilignes du type 1
- 1 Sépales étroits du type 1
 - A Torus jaunâtre du type 1..... 114 Mangahazofotsy
 - B Torus rougeâtre du type 2..... 70 Saritamotamo
 - 2 Sépales larges du type 3
 - A Dessous des feuilles vert foncé du type 1
 - a Pétioles non colorés du type 2..... 59 Mahogovazaha
= 60 Menalaingo
 - b Pétioles colorés du type 4..... 331 (H. 5)
 - B Dessous des feuilles vert blanchâtre du type 2... 125 Variaty Fotsy
- II Côtes de l'ovaire tordues du type 2
- 1 Dessous des feuilles vert blanchâtre du type 1
 - A Torus jaunâtre du type 1..... 281 Beangivy
 - B Torus rougeâtre du type 2..... 282 Borbona
 - 2 Dessous des feuilles vert jaunâtre du type 3..... 53 Menalaingo
= 280 Bazahafotsy d'Antalaha

SECTION VII

- I Côtes de l'ovaire non colorées du type 1..... 172 Refasy
- II Côtes de l'ovaire colorées du type 2
- 1 Ailes de l'ovaire rectilignes du type 1
 - A Dessous des feuilles vert foncé du type 1.... 122 Maintimbololona
 - B Dessous des feuilles vert blanchâtre du type 2
 - a Sépales étroits du type 1
 - = Port dressé du type 4 222 Java A = 223 Java B
= 224 Java Blanc = 225 Java Vert
 - = Port érigé du type 5..... 173 Tsitakatromby
 - b Sépales larges du type 3..... 34 Singapoore
 - 2 Ailes de l'ovaire tordues du type 2
 - A Dessous des feuilles vert foncé du type 1
 - a Sépales étroits du type 1
 - = Pousses colorées du type 2..... 98 Beragnitso
 - = Pousses colorées du type 4..... 137 Menalaingo de Mandoto
 - b Sépales larges du type 3..... 277 Madarasy
 - B Dessous des feuilles vert blanchâtre du type 2
 - a Sépales étroits du type 1
 - = Marque de velum du type 1
 - × Pousses non colorées du type 1..... 326 (V. 12)
 - × Pousses colorées du type 4..... 84 Vahibohangy
 - = Velum dressé du type 2..... 182 Fingombalala
 - b Sépales larges du type 3..... 139 Borbona d'Ambohivory
 - C Dessous des feuilles vert jaunâtre du type 3
 - a Sépales étroits du type 1..... 284 Manioc Madras
 - b Sépales larges du type 3
 - = Nervures colorées du type 8..... 149 Imerimandroso n° 2
 - = Nervures colorées du type 10
 - × Velum étroit du type 2..... 180 Tongobintsy
 - × Velum retroussé du type 3..... 179 Madras

SECTION VIII

I Port étalé du type 3.....	373	(H. 35)
II Port dressé du type 4		
1 Dessous des feuilles vert foncé du type 1..	135	Madras de Mandoto
2 Dessous des feuilles vert blanchâtre du type 2.....	48	Beadala
3 Dessous des feuilles vert jaunâtre du type 3		
A Torus jaunâtre du type 1.....	33	Australia 2 = 268 Mahogobe d'Ambatosoratra
B Torus rougeâtre du type 2		
a Nervures colorées du type 9.....	219	Radney
b Nervures colorées du type 10.....	21	Australia

DEUXIEME PARTIE

DEVELOPPEMENT ET AMELIORATION DU MANIOC

Dans cette deuxième partie, on examinera les principales phases d'activité du végétal, le processus de formation des réserves, l'évolution du grain de féculé et les principaux facteurs du rendement.

Il sera décrit ensuite la technique employée à la Station Agricole de l'Alaotra pour l'amélioration du manioc et l'étude se terminera par des recommandations aux planteurs afin de leur faciliter la réussite de la culture intensive.

On verra successivement :

- I. — Le développement du manioc.
- II. — Les facteurs du rendement et leur mesure.
- III. — Technique de l'amélioration.
- IV. — Principe de la culture intensive.

I. — LE DEVELOPPEMENT DU MANIOC

Le manioc est multiplié à la fin de l'hiver malgache (septembre-octobre), c'est-à-dire au moment où renaît l'activité végétative. Les premiers rameaux formés sont le résultat de la mobilisation des réserves de la bouture, mais peu à peu les jeunes feuilles assimilent et leur activité se traduit par la formation de nouvelles feuilles qui vont à leur tour élaborer les substances qui formeront les bois et plus tard les réserves.

A. — DIVERSES PHASES DE LA VIE DE LA PLANTE

L'évolution du manioc se fait selon un cycle comprenant plusieurs phases (voir graphique n° 55). Dans tous les essais examinés, le manioc a été planté le 1^{er} octobre. Cette date se trouve au centre de la période la plus favorable à la plantation.

1) PHASE DE LA REPRISE :

Après cinq jours de mise en terre, la bouture émet ses premières racines sur les nœuds recouverts par le sol. Ces *racines latérales* poussent à la base de l'œil ou sur le coussinet. Elles sont isolées ou groupées par deux ou trois.

Au huitième jour, au moment où les racines latérales ont 8 cm., les yeux grossissent, s'allongent et laissent apparaître au dixième jour de minuscules

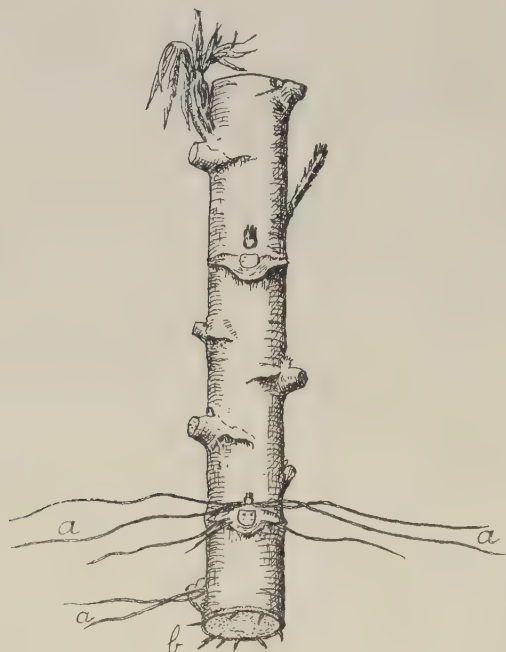


Fig. 54. — *a*, racines latérales; *b*, racines basilaires.

feuilles plissées. A ce moment un cal cicatriciel commence à se dessiner à la base de la bouture entre l'écorce et le bois. Ce cal, qui atteint tout son développement le treizième jour, ne recouvre le plus souvent que la moitié de la section de la bouture et il porte le jour suivant l'empreinte des racines basilaires (fig. 54). A ce moment, les racines latérales qui atteignent déjà 12 cm. vont réduire leur activité et disparaître presque entièrement, laissant toute la place aux racines basilaires qui n'ont plus qu'à s'emparer du terrain.

La phase de la reprise a duré quinze jours; elle va du 1^{er} au 15 octobre.

2) PHASE DE L'INSTALLATION :

Les radicelles s'allongent à une vitesse pouvant atteindre 25 cm. par mois et envahissent le terrain avoisinant la bouture. Celle-ci émet une ou plusieurs tiges qui se développent lentement. Cette période qui s'étend sur deux mois et demi va du 15 octobre au 1^{er} janvier. Le système racinaire est d'abord traçant; puis des radicelles plus ou moins verticales partent des grosses racines et explorent le sol sur une épaisseur pouvant dépasser 50 cm.

3) PHASE DU DEVELOPPEMENT FOLIAIRE :

Après cette période d'installation, la plante entre dans une phase de grande activité; les tiges donnent chacune 3 branches; des gourmands apparaissent, le végétal s'élève et s'étale pour recouvrir le sol. Après 3 mois, c'est-à-dire le 30 mars, la surface foliaire a atteint son maximum. Cette phase coïncide sur les Hauts Plateaux avec la période chaude et humide. Pendant ce temps toute l'énergie de la plante est utilisée à la production de feuilles. Dès que la température baisse et que les chutes d'eau s'arrêtent,

la plante change entièrement sa méthode de travail et accumule des réserves.

Sur la côte est, où la température et l'humidité se maintiennent pendant une période plus longue, la phase d'accumulation se trouve retardée d'un mois environ.

4) PHASE D'ACCUMULATION DES RESERVES :

A partir du mois d'avril, la fécule s'accumule en abondance dans les racines ; les bois, presque tous encore à l'état de rameaux, commencent à s'aoûter, la proportion de feuilles décroît régulièrement. Cette phase de 5 mois dure jusqu'au 31 août.

5) PHASE DE SOMMEIL :

Durant cette période qui couvre le mois de septembre, la plante ne porte plus que quelques feuilles. Une petite quantité de fécule continue encore à migrer dans les racines. Les bois prennent leur teinte définitive. C'est au cours de cette période que doivent être arrachés les maniocs d'un an.

6) DEUXIEME PHASE D'ACTIVITE :

Au début d'octobre, au moment où la température se relève, les yeux terminaux éclatent et donnent des pousses. Certaines extrémités, atteintes par le froid, l'Anthracnose, ou qui n'ont pas les réserves suffisantes pour développer leurs yeux, se dessèchent et tombent.

Les pousses émises sont nourries à l'aide des réserves contenues dans les bois et les racines ; elles se développent rapidement, et, dans le courant de février, la surface foliaire passe à nouveau par un maxima.

Il y a lieu de remarquer que ce maxima n'atteint que les 2/3 de celui de la première année et qu'il se produit deux mois avant. Cette deuxième phase d'activité se termine le dernier jour de février. Elle dure donc 5 mois.

7) DEUXIEME PHASE D'ACCUMULATION OU DE TUBERISATION :

La surface foliaire atteint sa plus grande surface en saison des pluies. A ce moment, l'abondance des chûtes d'eau provoque assez souvent la pourriture de quelques racines, ce qui réduit le poids de la fécule totale pesée. Ce n'est qu'à partir du mois d'avril que l'accumulation de fécule dans les racines devient substantielle et le phénomène continue jusqu'au 15 septembre, chevauchant ainsi sur la période de repos. L'aoûtement des jeunes bois se produit aussi au cours de cette même période qui, commencée le 1^{er} mars, se termine à la fin du mois de juillet.

8) DEUXIEME PHASE DE REPOS :

La deuxième phase de repos couvre les mois d'août et de septembre, et, contrairement à ce qui se passe la première année, la chute des feuilles

devient totale à partir du 15 août ; les bois demeurent entièrement nus jusqu'au début d'octobre, moment où commence la troisième phase d'activité.

L'année suivante le même cycle se reproduit, mais la plante marque déjà des signes très nets de décrépitude. La disparition des extrémités est plus importante ; la surface foliaire plus réduite ; la pourriture des racines au cours de la troisième saison des pluies devient encore plus grande et frappe souvent la presque totalité du système racinaire.

Dans les phases ci-dessus, il n'a pas été tenu compte de la période de fructification parce que le manioc néglige ce phénomène pourtant si important chez d'autres végétaux. Des inflorescences apparaissent cependant à chaque fourche et cette espèce pourrait fructifier durant toute l'année. En fait et en dehors de quelques exceptions (*Sao Pedro Preto*) le manioc ne donne des inflorescences fonctionnelles qu'à la fin de son développement sur les dernières fourches seulement. Il n'est pas rare d'autre part de rencontrer des variétés ayant un sexe stérile.

B. — L'IMPORTANCE DU SYSTEME FOLIAIRE

DÉVELOPPEMENT DES FEUILLES.

La jeune feuille apparaît plissée, minuscule. Ses marges accolées ne s'ouvrent que vers le troisième jour et ce n'est que vers le dixième, pour les variétés précoces, que les lobes se trouvent complètement épanouis. Pour les clones tardifs, cette période peut durer quinze jours. Pendant une ou deux semaines, elle continue encore sa croissance. Les feuilles qui apparaissent en fin de saison (avril, mai) s'épanouissent plus lentement.

La période d'activité des feuilles est de durée variable, celles qui travaillent en pleine période de végétation (décembre, janvier, février) ont une vie plus courte ; celles par contre qui apparaissent au début de l'hiver durent plus longtemps. Comme le montre le tableau ci-dessous, les variétés tardives conservent leurs feuilles pendant un temps plus long.

Moment d'apparition des feuilles	Temps en jours	
	de l'apparition à l'épanouissement	de l'apparition à la chute
<i>Feuilles apparues en décembre :</i>		
Variétés précoces	12	60
Variétés tardives	8	85
<i>Feuilles apparues en février :</i>		
Variétés précoces	12	70
Variétés tardives	8	95
<i>Feuilles apparues en avril :</i>		
Variétés précoces	15	80
Variétés tardives	10	115
<i>Feuilles apparues en juin :</i>		
Variétés précoces	30	130
Variétés tardives	25	170

Généralement les variétés précoces se trouvent complètement dépouillées dès le mois de juin et ce n'est qu'exceptionnellement que l'on trouve quelques feuilles sur les rameaux après cette époque. Les variétés tardives, et notamment le *Bouquet de la Réunion*, conservent quelques feuilles sur chaque rameau en hiver. En résumé, les feuilles demeurent d'autant plus de temps sur les bois qu'elles se trouvent dans une période plus froide.

La période de décrépitude est très courte. A un moment donné, les lobes se flétrissent, jaunissent en quelques jours pour tomber presque aussitôt. Leur agonie ne dure qu'une semaine. Sur certaines variétés à pétiole très court, les feuilles sèches demeurent fixées sur la tige.

LA PRODUCTION DES MATIÈRES ÉLABORÉES.

Au cours de la journée la photosynthèse élabore des réserves qui vont migrer dans les tissus au cours de la nuit.

Si l'on analyse des feuilles le matin et le soir, nous trouvons des différences sensibles dans la teneur en matières hydrocarbonées.

Variétés	Teneur % en matière hydrocarbonée des feuilles adultes en pleine activité		
	Matin	Soir	Différence
Hybride 32	12,5	23,8	11,3
Hybride 34	16,1	21,—	4,9
Bouquet de la Réunion	15,5	20,8	5,3

Dans ce total, la proportion d'amidon se trouve être la suivante :

Variétés	Teneur % en amidon des feuilles adultes		
	Matin	Soir	Différence
Hybride 32	2	6,3	4,3
Hybride 34	3,7	6,8	3,1
Bouquet de la Réunion	3	5,6	2,6

Sur les jeunes feuilles en voie de croissance, les différences sont peu sensibles et, au début, on trouve plus de matières hydrocarbonées le matin que le soir. La jeune feuille semble donc avoir été alimentée au cours de la nuit.

Au moment où la feuille commence à se faner, les différences entre les matières hydrocarbonées renfermées dans les feuilles du matin et celles du soir deviennent de plus en plus réduites pour devenir nulles.

Les matières azotées semblent se conduire comme l'amidon, mais la migration nocturne est moins importante. Pour des feuilles adultes, les chiffres ci-dessous ont été trouvés :

Variétés	Teneur % en matières azotées dans les feuilles adultes		
	Matin	Soir	Différence
Hybride 32	4,6	9,8	5,2
Hybride 34	6,8	10,5	3,7
Bouquet de la Réunion	7,2	8,3	1,1

On constate aussi que les migrations diminuent sur les vieilles feuilles, tandis que les jeunes demeurent importatrices d'azote.

L'analyse montre aussi que la proportion de matières grasses augmente au cours de la journée respectivement de 0,8, 0,4 et 0,1 % pour les trois variétés ci-dessus.

Pour la cellulose, les différences tantôt positives et tantôt négatives doivent être attribuées, en raison de leur faible importance, à l'erreur probable de l'analyse. La proportion de ce corps demeure donc à peu près constante au cours de la journée et n'augmente pas avec l'âge de la feuille.

L'examen des matières minérales montre aussi que ces substances sont plus abondantes le soir que le matin.

Pour la chaux, la potasse et la magnésie, on trouve les chiffres ci-dessous :

	Teneur % dans les feuilles adultes		
	Matin	Soir	Différence
<i>CHAUX</i>			
Hybride 32	0,28	0,50	0,22
Hybride 34	0,35	0,23	— 0,12
Bouquet de la Réunion	0,17	0,28	0,11
<i>POTASSE</i>			
Hybride 32	0,36	1,00	0,64
Hybride 34	0,30	0,83	0,53
Bouquet de la Réunion	0,63	0,78	0,15
<i>MAGNESIE</i>			
Hybride 32	0,08	0,13	0,05
Hybride 34	0,11	0,14	0,03
Bouquet de la Réunion	0,10	0,14	0,04

Les jeunes feuilles se trouvent sensiblement plus riches le matin que le soir.

En ce qui concerne l'acide phosphorique, les chiffres de l'analyse ne permettent aucune interprétation. Cet élément ne semble pas se conduire comme les autres.

Si l'on examine la proportion de chacun des éléments minéraux rencontrés dans les cendres de feuilles de manioc, on trouve que la proportion de potasse passe au cours de la journée de 31 à 36,4 % ; l'acide phosphorique demeure constant et sa proportion oscille autour de 14,3 %. Le taux de chaux diminue légèrement et descend de 17 à 15,5 %. La proportion de magnésie décroît aussi de 6,7 à 5,8 %.

C. — RESULTATS DE L'ACTIVITE DU SYSTEME FOLIAIRE

Il est intéressant, d'après les précédentes observations, de voir ce que deviennent, aux diverses phases du développement, les matières élaborées par la plante.

Pour cette étude, on ne considérera le manioc que du point de vue

fonctionnel, c'est-à-dire qu'il sera supposé être constitué des 3 parties ci-après :

- 1) La feuille, siège principal de la photosynthèse.
- 2) Le support, constitué par les bois et les matières étrangères de la racine.
- 3) La fécule accumulée dans la racine.

a) « LE MANIOC MOYEN »

Au cours de la période allant de 1943 à 1947, 41 variétés malgaches et étrangères plantées le 1^{er} octobre dans les conditions habituelles furent examinées par prélèvements de 10 pieds tous les 14 jours. La moyenne des 41 résultats a fourni les caractéristiques de ce que nous appellerons le « *manioc moyen* ».

Les courbes de croissance obtenues constituent d'autre part des bases de référence permettant diverses comparaisons. Il devient ainsi possible d'apprécier à une plus juste valeur un clone nouvellement créé ou le résultat d'un essai.

COURBES DE CROISSANCE DU « MANIOC MOYEN ».

Le tableau ci-dessous rend compte de la matière sèche rencontrée le premier jour de chaque mois dans les diverses parties de la plante.

POIDS DE LA MATIÈRE SÈCHE CONTENUE DANS LE MANIOC

Dates	Age en mois	Surface foliaire en m ²	Matière sèche trouvée en grammes			Total
			Feuille	Support	Fécule	
1 ^{er} Janvier	3	1,83	18	91,50	6	115,50
1 ^{er} Février	4	3,09	54	141,75	30	225,75
1 ^{er} Mars	5	5,32	114	229,50	81	424,50
1 ^{er} Avril	6	6,64	166,50	401,25	169,50	737,25
1 ^{er} Mai	7	6,94	192	575,25	300	1.067,25
1 ^{er} Juin	8	6,51	193,50	740,25	489	1.422,75
1 ^{er} Juillet	9	4,33	135	904,50	658,50	1.698
1 ^{er} Août	10	1,97	66	1.054,50	807	1.927,50
1 ^{er} Septembre	11	1,13	39,75	1.154,25	897	2.091
1 ^{er} Octobre	12	0,97	36	1.179,75	936	2.151,75
1 ^{er} Novembre	13	1,11	43,50	1.173	921	2.137,50
1 ^{er} Décembre	14	1,89	81	1.146,75	834	2.061,75
1 ^{er} Janvier	15	3,47	148,50	1.141,50	786	2.076,75
1 ^{er} Février	16	4,32	195	1.197,75	768	2.160,75
1 ^{er} Mars	17	4,42	204	1.309,50	795	2.308,50
1 ^{er} Avril	18	3,80	177,75	1.459,50	894	2.531,25
1 ^{er} Mai	19	2,64	128	1.623	1.017	2.768
1 ^{er} Juin	20	1,67	79,50	1.789,50	1.146	3.015
1 ^{er} Juillet	21	0,79	39	1.930,50	1.260	3.229,50
1 ^{er} Août	22	0,14	7,5	2.043	1.342,50	3.393
1 ^{er} Septembre	23	»	»	2.118,75	1.380	3.498,75
1 ^{er} Octobre	24	»	»	2.133	1.371	3.504

Le graphique n° 55 qui traduit ces résultats montre que la formation de matière sèche dans les bois et le dépôt de fécule dans les racines deviennent importants après le passage au point maxima de la surface foliaire.

La baisse de fécule qui se manifeste à partir du mois d'octobre provient pour une part de la mobilisation de réserves pour la nourriture des jeunes

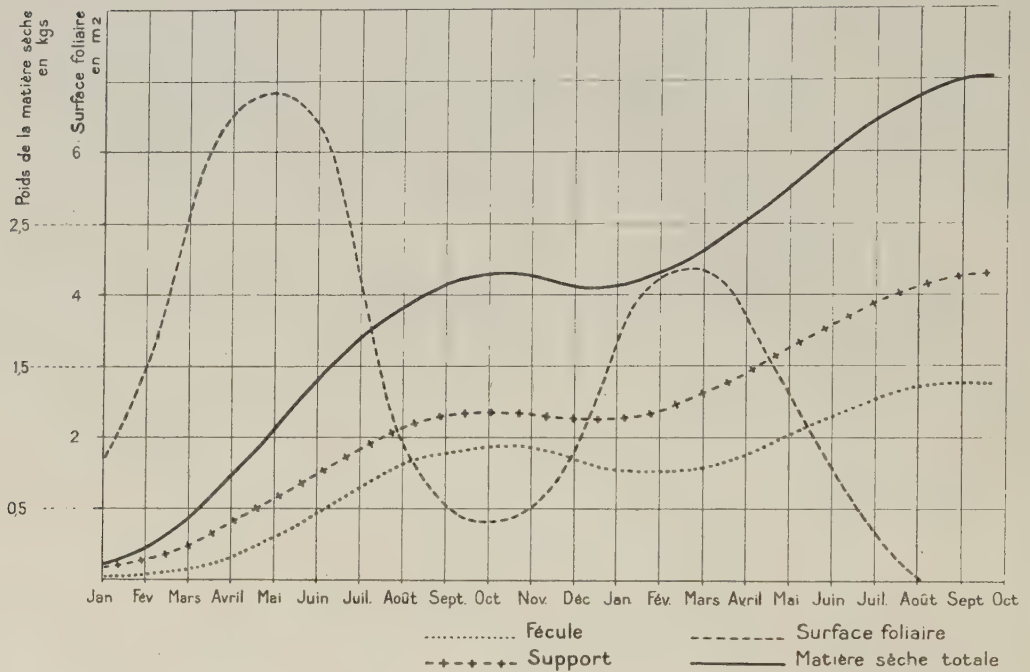


Fig. 55.

rameaux et, d'autre part, de la pourriture de quelques racines. A cette période aussi certaines extrémités de bois disparaissent.

b) ACTIVITÉ DE LA SURFACE FOLIAIRE
AUX DIVERSES PHASES DE LA CROISSANCE

A l'aide des courbes de croissance, il devient facile de traduire l'activité de la surface foliaire aux diverses phases du développement. On examinera pour cela la matière sèche préparée le premier jour de chaque mois.

Dates	Age en mois	Matière sèche en grammes élaborée dans la journée et accumulée dans :			Total	Pourcentage Accroissement journalier par rapport au	Relation : Total matière sèche
		Feuille	Support	Racine (fécule)		Total matière sèche	Surface foliaire en m ²
1 ^{er} Janvier	3	1,65	1,58	0,44	3,67	3,19	2
1 ^{er} Février	4	2,15	2,13	1,50	5,78	2,55	1,87
1 ^{er} Mars	5	2,18	4,43	2,45	9,06	2,13	1,70
1 ^{er} Avril	6	1,42	5,61	4,30	11,33	1,53	1,70
1 ^{er} Mai	7	0,15	6,05	6	12,20	1,14	1,75
1 ^{er} Juin	8	1,30	5,93	6,60	12,53	0,88	1,72
1 ^{er} Juillet	9	2,15	5,40	6	11,40	0,67	2,13
1 ^{er} Août	10	1,75	4	4,12	8,12	0,42	3,23
1 ^{er} Septembre	11	0,60	1,90	1,70	3,60	0,17	2,65
1 ^{er} Octobre	12	0,02	0,17	0,42	0,59	0,02	0,58
1 ^{er} Novembre	13	0,50	0,33	0,60	0,50	0,02	négative
1 ^{er} Décembre	14	1	0,30	1,37	1	0,05	négative
1 ^{er} Janvier	15	1,80	0,95	1,37	2,75	0,13	0,39
1 ^{er} Février	16	1	3,12	0,10	4,22	0,19	0,97
1 ^{er} Mars	17	0,15	5	2,17	7,17	0,31	1,58
1 ^{er} Avril	18	1,20	6,50	3,80	10,30	0,40	2,39
1 ^{er} Mai	19	1,60	6,10	4,30	10,40	0,37	3,33
1 ^{er} Juin	20	2,03	5,20	4,25	9,45	0,31	4,44
1 ^{er} Juillet	21	1,05	3,40	3,43	6,83	0,21	7,31
1 ^{er} Août	22	0,30	2,05	2,25	4,30	0,12	28,14
1 ^{er} Septembre	23	0,10	1,20	0,75	1,95	0,05	»
1 ^{er} Octobre	24	0,45	0,15	0,45	0,60	0,01	»

L'activité de la plante est d'autant plus élevée qu'elle est jeune et qu'elle se trouve dans une période plus favorable au développement.

Le rapport : $\frac{\text{total matière sèche}}{\text{surface foliaire}}$ se maintient au début sur un palier, puis augmente vers la fin de la phase d'accumulation. Les pertes de matières sèches signalées au paragraphe précédent réduisent en apparence la valeur de ce rapport. Il augmente à nouveau au cours de la deuxième période d'accumulation.

c) PROPORTION RELATIVE DE FEUILLES, SUPPORT ET FECULE

PRODUITS AUX DIVERSES PHASES DE LA CROISSANCE

Il est intéressant de voir la distribution des substances élaborées à chaque étape du développement. Le tableau ci-dessous indique le pourcentage des produits fabriqués que prennent la feuille, le support et la féculé au premier jour de chaque mois pour assurer leur croissance respective.

Dates	Age en mois	Pourcentage de substance élaborée utilisé en un jour pour la formation :		
		de la feuille	du support	de la fécule
1 ^{er} Janvier	3	44,95	43,05	11,98
1 ^{er} Février	4	37,19	36,85	25,95
1 ^{er} Mars	5	24,06	48,89	27,04
1 ^{er} Avril	6	12,53	49,51	37,95
1 ^{er} Mai	7	1,22	49,59	49,18
1 ^{er} Juin	8	»	47,32	52,67
1 ^{er} Juillet	9	»	47,36	52,63
1 ^{er} Août	10	»	49,26	50,73
1 ^{er} Septembre	11	»	52,77	47,22
1 ^{er} Octobre	12	»	28,81	71,18
1 ^{er} Novembre	13	100	»	»
1 ^{er} Décembre	14	100	»	»
1 ^{er} Janvier	15	65,45	34,54	»
1 ^{er} Février	16	23,69	73,93	2,36
1 ^{er} Mars	17	»	69,73	30,26
1 ^{er} Avril	18	»	63,10	36,89
1 ^{er} Mai	19	»	58,65	41,34
1 ^{er} Juin	20	»	55,02	44,97
1 ^{er} Juillet	21	»	49,78	50,21
1 ^{er} Août	22	»	47,67	52,32
1 ^{er} Septembre	23	»	61,53	38,46
1 ^{er} Octobre	24	75	25	»

Les chiffres montrent qu'au cours des phases d'activité la plante consacre les substances qu'elle élabore à l'établissement du système foliaire. Puis le support profite le plus de l'activité du végétal et enfin la fécule ne s'accumule que lorsque la surface foliaire a cessé de croître.

D. — L' « EXPRESSION DE RENDEMENT »

Le rendement, critérium final de toute activité, s'exprime de diverses façons : poids, volume, degrés, etc...

En ce qui concerne le manioc, nous donnerons une valeur numérique aux deux variables qui constituent ce rendement : l'indice végétatif et le coefficient d'utilisation.

a) INDICE VEGETATIF

Il est en relation avec la vigueur de l'individu.

La vigueur s'extériorise sur une plante par un ensemble de caractères :

- teinte vert foncé,
- feuilles possédant de nombreux lobes,
- gourmands nombreux,

dont le résultat final se traduit par un accroissement de la matière sèche.

Par *indice végétatif*, ou *indice de vigueur* (I. V.), on entend le poids total de matière sèche produit par une plante en un temps donné sur une surface ramenée au m².

On distinguera l'*indice végétal total* qui se rapporte à toute la vie de la

plante et l'indice végétatif partiel qui ne se rapporte qu'à une période donnée, parfois à un jour seulement.

Du fait que les plantes vivantes se développent, l'indice végétatif total augmente au cours de l'année. Il s'accroît d'autant plus vite que les variétés sont à plus fort développement et précoces.

b) COEFFICIENT D'UTILISATION

Le coefficient d'utilisation (C. U.), ou indice d'aptitude, fait ressortir les qualités féculières de la variété.

Il est donné par le rapport ci-après :

$$\frac{\text{Fécule utile} \times 100}{\text{Matière sèche totale}}$$

La matière sèche totale comprend celle du support et celle des feuilles. Cette dernière est négligeable pendant une bonne période de l'année.

Il y aura lieu de distinguer le C. U. total et le C. U. quotidien. Le premier est obtenu en partant de la matière sèche et de la fécule totale, produites par la plante depuis sa plantation ; le second, par contre, ne s'applique qu'aux produits élaborés au cours de la journée ou d'un mois.

L'examen de l'indice d'aptitude attire les remarques ci-après :

1) VARIATION SAISONNIÈRE :

Au début de sa vie, la plante prépare sa charpente et utilise à cet effet la presque totalité des produits élaborés. Puis une part de plus en plus grande de ces substances est affectée à la préparation des réserves qui vont s'accumuler dans les racines. L'indice d'aptitude varie donc d'un moment à l'autre de l'année.

Le tableau ci-dessous donne pour la moyenne des 41 variétés observées le coefficient d'utilisation pour le premier jour de chaque mois :

Dates	Age en mois	Coefficient d'utilisation quotidien	Dates	Age en mois	Coefficient d'utilisation quotidien
1 ^{er} Février ...	4	26	1 ^{er} Janvier ...	15	négatif
1 ^{er} Mars	5	27	1 ^{er} Février ...	16	2,4
1 ^{er} Avril	6	37,8	1 ^{er} Mars	17	30,8
1 ^{er} Mai	7	49	1 ^{er} Avril	18	43,2
1 ^{er} Juin	8	58,9	1 ^{er} Mai	19	49,1
1 ^{er} Juillet	9	64,9	1 ^{er} Juin	20	56,7
1 ^{er} Août	10	64,7	1 ^{er} Juillet	21	59,1
1 ^{er} Septembre .	11	56,7	1 ^{er} Août	22	57
1 ^{er} Octobre ...	12	53,2	1 ^{er} Septembre .	23	40,5
1 ^{er} Novembre ..	13	négatif	1 ^{er} Octobre ...	24	négatif
1 ^{er} Décembre .	14	négatif	1 ^{er} Novembre .	25	négatif
			1 ^{er} Décembre ..	26	négatif

C'est en hiver que la plante utilise la plus grande partie des produits élaborés à la production de fécule. Au moment où la plante reprend son activité une partie de la fécule des racines est mobilisée pour permettre la formation de nouveaux rameaux. Le coefficient d'utilisation devient donc négatif pendant cette période.

2) CARACTÈRE VARIÉTAL :

Pour un clone donné, examiné à une date déterminée, l'indice d'aptitude prend une valeur invariable si les conditions de milieu demeurent fixes. Pour les cultures faites au Lac Alaotra sur sol moyen, les chiffres ci-après ont été enregistrés :

Variétés	C. U. total	Variétés	C. U. total
Kazahasabory	36,8	Trimatindrano	36,6
Java 12/28	53	Bassiorao	43,9
Bogor	43,8	Cassave Beurrine	46
Bouquet de la Réunion ...	51,6	Tapicura	44,3
Ankrah	40,7	Sao Pedro Preto	50,1
Criolina	39	I B	34,9
H. 5	49,8	H. A. 6	40,3
Hybride 31	54	Hybride 32	50
Hybride 33	38	Hybride 34	47
Hybride 35	51	Hybride 36	56
Manioc du pays sain			44
Manioc du pays atteint de mosaïque intensité 3,5			38,2

La détermination de l'indice d'aptitude est très importante pour la sélection des clones.

3) ACTION DES FACTEURS EXTÉRIEURS :

Le climat, le terrain et les conditions de culture influent sur la proportion de réserves attribuées à la racine.

Prenons un manioc en milieu idéal, où le coefficient d'utilisation atteint son maximum. Si l'on améliore les conditions de culture, on constate que les parties aériennes de la plante s'accroissent proportionnellement plus vite que les racines ; le coefficient d'utilisation diminue. Le végétal affecte donc la plus grande partie du surcroît de produits élaborés au développement des bois. Dans des sols particulièrement riches, la plante peut se trouver « affolée » et ne produit alors que très peu de fécule.

Dans le cas contraire, lorsque le sol devient moins favorable à la culture, les bois réduisent leur développement plus vite que les racines. Cependant le C. U. n'augmente pas, car la teneur en fécule de ces dernières baisse d'une façon sensible.

4) LA NATURE DU FEUILLAGE EST SANS ACTION SUR L'INDICE D'APTITUDE :

On pourrait être tenté de rendre le feuillage responsable de l'indice d'aptitude. On sait en effet que la cellule verte élabore les réserves et on peut attribuer les variations du coefficient d'utilisation à la nature des composés formés.

Si l'on prend les variétés H. 31 et H. 33 dont les indices d'utilisation respectifs sont de 54 et de 38 pour les sols moyens de l'Alaotra, on pourrait croire que le feuillage de l'H. 31 fabrique plus de fécule que l'H. 33 et que ce dernier a un feuillage qui prépare au contraire plus de cellulose. En fait, il n'en est rien car si l'on greffe sur un jeune pied d'H. 31 les tiges de l'H. 33, la plante va se conduire comme s'il s'agissait de l'H. 31 ; le coefficient d'utilisation de l'H. 33 va se trouver sensiblement amélioré.

L'on peut pousser plus loin l'expérience. Si sur un jeune pied de *Manihot utilisima* on greffe la partie aérienne du *Manihot Glaziovii*, le nouveau pied fonctionne comme s'il appartenait uniquement à l'espèce *utilisima*. L'espèce *Glaziovii*, qui n'a pourtant aucune aptitude à produire de la fécule, donne des racines tubériformes si le sujet appartient à l'espèce *utilisima*. On note aussi une très nette régression des parties aériennes sur le *M. Glaziovii* greffé.

Lorsque l'on procède à l'opération inverse (tige de *M. utilisima* greffée sur *M. Glaziovii*), le nouvel individu ne produit pas de fécule, ses racines demeurent ligneuses, comme s'il s'agissait d'un *M. Glaziovii* complet. Les produits élaborés par le feuillage de l'*utilisima* ne donnent plus de fécule, mais uniquement du bois ; les branches prennent alors un développement important.

Ces observations montrent bien que la feuille est étrangère à l'indice d'aptitude et que ce dernier semblerait au contraire conditionné par la racine elle-même ou le collet, qui aurait la propriété d'accepter les réserves élaborées par la feuille ou de les refuser en partie ou en totalité. Dans ce dernier cas, assez souvent rencontré sur des hybrides, la plante donne uniquement du bois.

L'amidon préparé par la feuille (voir page 294) pourrait donc, selon les clones, être transformé par la racine en matière de réserve ou être utilisé au développement des bois.

c) EXPRESSION DE RENDEMENT

Le rendement s'exprimera par le produit :

Indice végétatif $\times$ Coefficient d'utilisation.

100

ou :

$$R = \frac{I. V. \times C. U.}{100}$$

Il pourra, comme les deux variables qui le composent, être total ou partiel, s'il ne se rapporte qu'à une période déterminée.

L'expression de rendement permettra de donner une valeur significative aux résultats d'un essai et de dégager les meilleurs clones des parcelles comparatives.

E. — ESSAI D'AMELIORATION DE L'EXPRESSION DE RENDEMENT

Les plantes sont en équilibre avec le milieu dans lequel elles vivent et toute modification de ce milieu produit un trouble dans le métabolisme de la plante, se traduisant par une variation des deux variables du rendement (I. V. et C. U.).

La richesse du sol et l'espace laissé aux plantes pour assurer leur développement sont parmi les facteurs extérieurs ceux qui provoquent les plus grandes variations de l'expression de rendement.

Pour améliorer cette expression de rendement, il était naturel de penser tout d'abord à accroître le nombre d'individus à l'unité de surface, de façon à essayer de tirer un meilleur parti du terrain.

Habituellement, le manioc se plante à la distance de 1 mètre, en tous sens, mais selon la fertilité du sol, les fumures et les variétés, la distance de plantation peut varier dans des proportions allant de 0,60 à 1 m. 50.

Dans l'essai ci-dessous fait sur terre moyenne, la variété *Cassave Beurine* a été essayée à deux distances extrêmes :

1° à 2 m. $\times$ 1 m. 66, soit 3.000 pieds à l'hectare ;

2° à 0 m. 80 $\times$ 0 m. 415, soit 30.000 individus à l'hectare.

EFFET DE CONCURRENCE.

La première constatation que fera l'observateur sera de noter un certain effet de concurrence sur la plantation serrée.

Au 1^{er} janvier, à la fin de la phase d'installation (voir page 286), les racines se trouvent déjà enchevêtrées dans la plantation à 30.000 pieds et les individus sont moins développés que dans la plantation claire. La concurrence se fera de plus en plus vive à mesure que les individus se développeront. Les plantes vont s'élever dans la plantation serrée pour rechercher la lumière ; l'étiollement sera très marqué.

Dans la plantation à 3.000 pieds au contraire, les individus peuvent se déployer sans être gênés par les voisins.

Il va être intéressant de suivre en détail le développement des plantes dans ces deux cas extrêmes de culture et de voir notamment si la plantation serrée qui porte 10 fois plus de pieds à l'unité de surface est plus avantageuse.

COUVERTURE DU TERRAIN.

La surface foliaire a été régulièrement déterminée le premier jour de chaque mois.

Dates	Age en mois	Plantation à 3.000 pieds		Plantation à 30.000 pieds	
		Surface foliaire en m ²	Nombre de fois que le sol se trouve recouvert	Surface foliaire en m ²	Nombre de fois que le sol se trouve recouvert
1.1.46	3	2,25	0,675	0,75	2,25
1.2.46	4	3,20	0,960	1,20	3,60
1.3.46	5	4,65	1,395	1,70	5,10
1.4.46	6	4,87	1,461	1,85	5,55
1.5.46	7	3,20	0,960	1,12	3,36
1.6.46	8	1,25	0,375	0,67	2,01
1.7.46	9	0,70	0,210	0,40	1,20
1.8.46	10	0,40	0,120	0,27	0,81
1.9.46	11	0,25	0,075	0,25	0,75
1.10.46	12	0,35	0,105	0,30	0,90
1.11.46	13	0,65	0,195	0,50	1,50
1.12.46	14	1,15	0,345	0,75	2,25

Deuxième année :

1.1.47	15	1,60	0,480	1,05	3,15
1.2.47	16	1,85	0,555	1,33	3,99
1.3.47	17	1,93	0,579	1,40	4,20
1.4.47	18	1,80	0,540	1,30	3,90
1.5.47	19	1,30	0,390	0,90	2,70
1.6.47	20	0,54	0,162	0,42	1,26
1.7.47	21	0,27	0,081	0,20	0,60
1.8.47	22	0,10	0,030	0,05	0,15
1.9.47	23	»	»	»	»
1.10.47	24	0,10	0,030	0,05	0,15
1.11.47	25	0,85	0,255	0,33	0,99
1.12.47	26	1,70	0,510	0,70	2,10

Le tableau montre que dans la plantation serrée, le feuillage peut se trouver superposé sur plus de 5 étages au moment de la période de pleine activité de la plante.

Comment travaillent alors les feuilles dont les étages inférieurs ne reçoivent forcément que peu de lumière ?

Le tableau ci-après donne la quantité de matière sèche préparée le premier jour de chaque mois par mètre carré de feuillage pendant la période d'activité de la plante.

Dates	Age en mois	Quantité en grammes de matière sèche préparée le premier jour de chaque mois par mètre carré de surface foliaire.	
		Plantation à 3.000 pieds	Plantation à 30.000 pieds
1.1.46	3	4,32	5,98
1.2.46	4	4,30	4,71
1.3.46	5	2,63	3,28
1.4.46	6	1,58	2,32
1.5.46	7	1,73	2,76
1.6.46	8	3,14	3,01
1.7.46	9	4,24	2,12
1.8.46	10	4,90	0
1.9.46	11	2,80	0
<i>Deuxième année :</i>			
1.2.47	16	1,16	1,45
1.3.47	17	3,75	2,12
1.4.47	18	5,16	2,50
1.5.47	19	8,05	3,22
1.6.47	20	20,59	5,59
1.7.47	21	41,70	9,10

Chute des feuilles

L'examen du tableau ci-dessus montre que le feuillage ombragé ne paraît pas gêné dans son rôle physiologique tant que la plante est jeune. Ce fait pourrait paraître normal pour des plantes au début de leur croissance tant que les bois des différents individus ne se trouvent pas imbriqués. Dans le cas présent, les branches chevauchent dès le troisième mois et au sixième, le feuillage se recouvre plusieurs fois sans pour cela réduire son activité.

A partir du huitième mois par contre, le feuillage de la plantation serrée

diminue son activité, phénomène qui s'accroît durant toute la deuxième année.

INDICE VÉGÉTATIF.

Le tableau ci-dessous fait ressortir les variations mensuelles de l'indice végétatif au cours du développement de la plante.

Dates	Age en mois	Matière sèche produite par pied		Indice végétatif			
				Mensuel		Total	
		Planta- tion à 3.000 pieds	Planta- tion à 30.000 pieds	Planta- tion à 3.000 pieds	Planta- tion à 30.000 pieds	Planta- tion à 3.000 pieds	Planta- tion à 30.000 pieds
1.1.46	3	468	64	»	»	140	192
1.2.46	4	800	212	99,6	434	240	636
1.3.46	5	1.195	320	118,5	324	358,5	960
1.4.46	6	1.510	418	94,5	294	453	1.254
1.5.46	7	1.715	459	61,5	123	514,5	1.377
1.6.46	8	1.866	519	45,3	180	559,8	1.557
1.7.46	9	2.080	653	64,2	393	624	1.959
1.8.46	10	2.358	811	83,4	474	707,4	2.433
1.9.46	11	2.588	951	69	420	776,4	2.853
1.10.46	12	2.748	1.091	48	204	824,4	3.057
1.11.46	13	2.823	1.069	22,5	150	846,9	3.207
1.12.46	14	2.852	1.086	8,7	51	855,6	3.258

Deuxième année :

1.1.47	15	2.700	1.075	45,6	33	810	3.225
1.2.47	16	2.649	1.098	15,3	69	794,7	3.294
1.3.47	17	2.845	1.185	58,8	261	853,5	3.555
1.4.47	18	3.087	1.330	72,6	435	926,1	3.990
1.5.47	19	3.350	1.465	78,9	505	1.005	4.395
1.6.47	20	3.660	1.534	93	207	1.098	4.602
1.7.47	21	3.989	1.575	98,7	123	1.196,7	4.725
1.8.47	22	4.328	1.612	101,7	111	1.298,4	4.836
1.9.47	23	4.582	1.630	76,2	54	1.374,6	4.890
1.10.47	24	4.807	1.654	67,5	72	1.442,1	4.962
1.11.47	25	4.937	1.650	39	12	1.481,1	4.950
1.12.47	26	4.998	1.649	18,3	3	1.499,4	4.947

Le tableau ci-dessus montre que l'indice végétatif mensuel de la plantation serrée est bien supérieur à celui de la culture claire, surtout au cours des premiers mois du développement.

La plantation serrée permet donc d'accroître l'indice végétatif total.

COEFFICIENT D'UTILISATION.

Le tableau ci-dessous rend compte du pourcentage de fécule produite pendant toute la phase active de la plante.

Dates	Age en mois	Coefficient d'utilisation			
		Mensuel		Total	
		Plantation 3.000 pieds	Plantation 30.000 pieds	Plantation 3.000 pieds	Plantation 30.000 pieds
1.1.46	3	»	»	32,05	31,25
1.2.46	4	37,65	33,78	34,37	32,37
1.3.46	5	37,97	34,25	35,56	33
1.4.46	6	47,61	38,77	38,07	35,88
1.5.46	7	73,17	60,97	42,27	38,12
1.6.46	8	82,78	58,33	45,55	40,46
1.7.46	9	60,74	57,25	47,11	42,11
1.8.46	10	34,17	53,79	48,58	44,38

Deuxième année :

1.1.47	15	»	»	»	»
1.2.47	16	»	»	36,80	31,97
1.3.47	17	38,26	34,48	36,90	32,06
1.4.47	18	49,58	31,03	37,90	31,95
1.5.47	19	49,42	33,33	38,80	32,08
1.6.47	20	51,61	7,24	39,89	30,96
1.7.47	21	50,15	»	40,73	30,15
1.8.47	22	51,62	»	41,58	29,15
1.9.47	23	47,24	»	41,90	28,83

Pendant les 5 premiers mois de l'année, la plantation serrée se conduit d'une façon sensiblement analogue à celle de la plantation espacée.

Mais dès que les bois s'achevèrent, le coefficient d'utilisation diminue. Lors de la reprise d'activité, la plante fait un large appel aux réserves des racines, réduisant très sensiblement le coefficient d'utilisation total.

Au cours de la deuxième année, l'utilisation des synthèses devient encore plus mauvaise et la quantité totale de fécule ne s'accroît que très légèrement dans la plantation serrée.

DISCRIMINATION DE LA MEILLEURE PLANTATION. EXPRESSION DE RENDEMENT :

Ayant établi l'indice végétatif et le coefficient d'utilisation de chaque essai, il devient facile de connaître la plantation qui se révèle la plus avantageuse pour le planteur.

Le tableau ci-après donne l'expression de rendement pour chaque mois de l'année.

Dates	Age en mois	Plantation à 3.000 pieds	Plantation à 30.000 pieds
1.1.46	3	0,448	0,600
1.2.46	4	0,824	2,249
1.3.46	5	1,274	3,360
1.4.46	6	1,724	4,499
1.5.46	7	2,174	5,249
1.6.46	8	2,549	6,299
1.7.46	9	2,939	8,249
1.8.46	10	3,436	10,787

Deuxième année :

Dates	Age en mois	Plantation à 3.000 pieds	Plantation à 30.000 pieds
1.1.47		»	»
1.2.47	16	2,924	10,497
1.3.47	17	3,149	11,397
1.4.47	18	3,509	12,748
1.5.47	19	3,899	14,099
1.6.47	20	4,379	14,247
1.7.47	21	4,874	14,245
1.8.47	22	5,398	14,096
1.9.47	23	5,759	14,097

CONCLUSIONS SE DÉGAGEANT DES PLANTATIONS SERRÉES :

Les essais ci-dessus attirent les remarques suivantes :

1° L'augmentation du nombre d'individus à l'unité de surface provoque un effet de concurrence se traduisant par un développement plus faible des individus et un étiolement assez marqué.

2° Dans son jeune âge, le feuillage de la culture serrée, dont les étages inférieurs sont partiellement privés de lumière, travaille avec plus d'intensité que celui de la plantation claire. Mais après 8 mois de culture, le phénomène inverse se produit pour s'accroître de plus en plus au cours de la deuxième année.

3° L'indice végétatif total est de 3 à 4 fois supérieur dans la plantation serrée, par suite d'une meilleure utilisation du terrain et du développement en hauteur des plantes.

4° Le coefficient d'utilisation se trouve plus faible sur la culture à 30.000 pieds dès la première année. Il devient de plus en plus défectueux au cours de la deuxième.

5° Cependant, malgré cet inconvénient, l'expression de rendement, contrôle final de l'essai, laisse apparaître un net avantage en faveur des plantations serrées. On verra plus loin (page 310) que le grain de fécule ne se trouve pas altéré par ce mode de plantation.

6° La plantation serrée se recommandera plus particulièrement lorsque l'on veut arracher les maniocs avant l'époque habituelle.

F. — LE GRAIN DE FECULE

L'expression de rendement fait ressortir la quantité de matière utile que peut fournir le manioc à l'unité de surface. Cette matière utile n'est

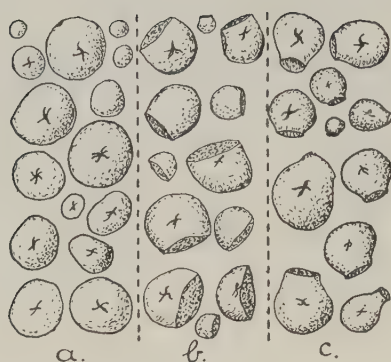


Fig. 56. — Grains de fécule. — a, forme arrondie; b, grains à facettes; c, grains en forme d'outre.

une ou deux facettes, sur une portion plus ou moins grande de leur pourtour (fig. 56 b). Ils affectent assez souvent la forme d'une cloche. Plus rarement (5 à 10 %) le grain prend la forme d'une outre à base plate (fig. 56 c). Le diamètre moyen des grains atteint 14 microns, mais les extrêmes varient entre 2 et 40.

EVOLUTION DU GRAIN DE FÉCULE DANS LA RACINE :

Au bout d'une semaine, alors que la racine n'a que quelques millimètres de longueur, les amyloplastes manifestent leur activité. L'iode révèle des points minuscules, témoignage de grains de fécule naissants. Ces grains se développent relativement vite et atteignent de 16 à 20 microns au bout de 60 jours.

Pendant que les premiers grains grossissent, de nouveaux apparaissent continuellement. On rencontre donc dans la racine des grains de toute taille mais au fur et à mesure de son évolution, la proportion de gros grains devient plus importante.

Les chiffres du tableau de la page 305 se rapportent au *Bouquet de la Réunion* :

Au moment des phases de reprise d'activité, on constate que le diamètre moyen des grains diminue sensiblement. Le phénomène est moins marqué au cours de la deuxième année, du fait que l'alimentation des nouveaux rameaux doit alors être en partie assurée par les réserves des bois.

autre que la fécule qui s'accumule dans les racines sous forme de petits grains qui emplissent les cellules.

Après les observations qui viennent d'être faites sur la vie de la plante, il est indispensable de voir comment évolue le grain de fécule.

Sur le manioc adulte (plantes âgées de 2 ans et observées au cours de la période de sommeil), la majorité de ces grains se présente sous une forme arrondie (fig. 56 a) ; 30 % environ portent

Age	Fréquence																		Diamètre moyen	Volume en microns 3	
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36			38
6 jours	70	20	10																	2,80	18,25
10 »	50	35	10	4	1															3,42	39,01
20 »	43,9	28	15	7	3,1	2	1													4,14	93,75
30 »	32,8	29,9	12,1	6,9	5,5	4	3,2	3,1	2,5											5,55	295,78
45 »	26,4	23,3	12,5	8,3	7	6,5	6,4	5,9	3,7											6,86	539,94
2 mois	24	16,8	13	10,3	9	7,2	6,1	5	4,4	4,2										7 80	661,55
3 »	4,2	7,2	9,6	12	14,2	15,5	15	11,7	7,5	2,6	0,5									11,14	1 091,39
4 »	2,7	5	7,9	11,2	14	15,6	15,5	13	9	4	1,6	0,5								12,03	1.323,05
6 »	1	3,2	6,2	8,5	10,3	11,8	13,2	13,4	12,4	9	5	3	1	1	1					14 33	2.255,50
9 »	0	3,3	4	5,5	7,9	11	14,2	15 4	14	10,3	6,3	3,9	2	1,2	1					15,43	2 231,48
12 »	0	3,7	5,1	7,6	11,6	15,4	16	15	12,1	7,9	3,3	2,3			1	1				13 74	1.837,59
15 »	0	2,8	4,9	7,8	11,1	14,2	15,2	15	12,0	6	4	2	2	1	1	1				14 51	2 354,01
18 »	0	2	4	6	9,2	13	16,4	16,9	13,8	4,6	3	2,6	2	2	1	1	1	0,8	0,7	15,56	2 980,57
21 »	0	0	7	7,5	8,7	10,6	13,4	16	15	5,9	3,8	2,8	2	1,4	1,4	1,2	1,2	1,1	1	15 88	3.359,97
24 »	0	5	5,5	6,6	8,1	10,7	13,5	16	14,2	6,8	4,3	2,7	1,9	1,4	1,2	1,1	1			15,05	2.752,91
27 »	0	0	4,2	7,3	10	13	14,9	14,8	13,1	8,7	4	2,4	1,9	1,8	1,2	1	0,8	0,5	0,4	15,68	3.008,68

Les chiffres ci-dessous se rapportent à la moyenne rencontrée sur 19 variétés en observation en 1944-1945 et plantées en octobre 1943 :

Dates de l'observation	Diamètre du grain de fécule en microns	Dates de l'observation	Diamètre du grain de fécule en microns
10. 1.1944	9,95	8. 1.1945	13,83
24. 1.1944	10,42	22. 1.1945	13,85
7. 2.1944	10,98	5. 2.1945	13,87
21. 2.1944	11,62	19. 2.1945	13,92
6. 3.1944	12,15	5. 3.1945	13,86
20. 3.1944	12,46	19. 3.1945	13,97
3. 4.1944	12,72	2. 4.1945	13,90
17. 4.1944	12,89	16. 4.1945	13,96
1. 5.1944	13,07	30. 4.1945	13,99
15. 5.1944	13,21	14. 5.1945	14,04
29. 5.1944	13,30	28. 5.1945	14,13
12. 6.1944	13,38	11. 6.1945	14,28
26. 6.1944	13,40	25. 6.1945	14,40
10. 7.1944	13,42	9. 7.1945	14,51
24. 7.1944	13,45	23. 7.1945	14,54
7. 8.1944	13,46	6. 8.1945	14,56
21. 8.1944	13,46	20. 8.1945	14,59
4. 9.1944	13,40	3. 9.1945	14,50
18. 9.1944	13,17	17. 9.1945	14,39
2.10.1944	12,92	1.10.1945	14,42
16.10.1944	13,08	15.10.1945	14,48
30.10.1944	13,19	29.10.1945	14,51
13.11.1944	13,36	12.11.1945	14,51
27.11.1944	13,55	26.11.1945	14,52
11.12.1944	13,67	26.12.1945	14,52
25.12.1944	13,78		

Le graphique n° 57 exprime ces résultats.

DÉFINITION DU DIAMÈTRE MOYEN :

Le diamètre moyen des grains est une constante variétale que l'on définira en prenant la moyenne arithmétique de la somme du produit des classes par leur fréquence respective.

Au moment de la deuxième phase de sommeil, les observations ont donné, au cours de l'année 1945, les chiffres suivants :

Variétés	Diamètre moyen en microns	Variétés	Diamètre moyen en microns
Kazahasabora	14,34	Bogor	13,33
N° 23	14,37	Bouquet	15,40
N° 31	14,59	Java	14,42
I B	13,83	H. 34	14,04
Criolina	14,59	Cassave Beurine	14,20
Pays	14,25	H. 5	14,27
Tapicura	13,91	Bassiorao	13,86
Sao Pedro Preto	14	H. 6	14,18
Ankrah	14,36		

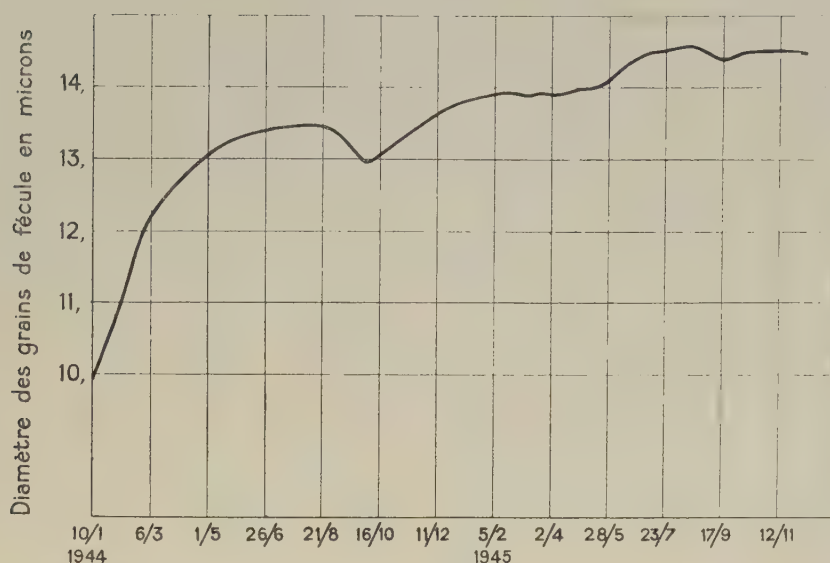


Fig. 57.

ECARTS AUTOUR DU DIAMÈTRE MOYEN :

Sur des maniocs âgés de un an, on a trouvé dans chaque classe, pendant la période de sommeil, les fréquences ci-après :

Diamètre en microns du grain de fécula	Fréquence pour cent		
	Criolina	Java	3 A.
4	0,47	0,64	0,12
6	4,62	5,06	1,60
8	9,25	15,67	2,87
10	12,07	21,30	15,02
12	17,61	24,12	15,08
14	19,84	14,52	16,81
16	18,21	12,07	18,07
18	12,34	5,61	15,64
20	4,26	0,66	12,19
22	0,84	0,22	4,17
24	0,32	0,07	1,11
26	0,12	0,02	0,18
28	0,02	0,01	0,07
30	0,01	0,01	0,04
32	0,01	0,01	0,02
34	0,01	0,01	0,01
Moyenne	13,42	11,79	15,41
Déviati on standard ...	4,41	3,90	4,75

EVOLUTION DU NOMBRE DE GRAINS DE FÉCULE :

Le décompte exact du nombre de grains de féculé par pied ne peut s'établir qu'après de longues observations en opérant sur un grand nombre d'individus.

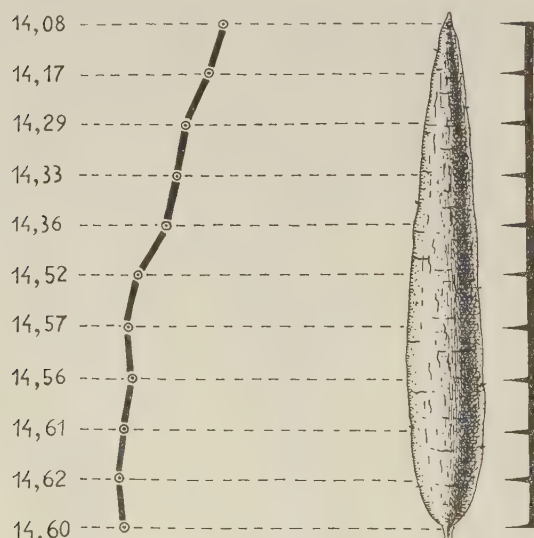
Nos premières observations ont donné les chiffres ci-dessous pour un pied de manioc moyen, pesant environ 3 kg. à 24 mois :

Age	Nombre de milliards de grains de féculé	Age	Nombre de milliards de grains de féculé
6 jours	97	6 mois	202
10 »	100	9 »	258
20 »	105	12 »	270
30 »	110	15 »	268
2 mois	130	18 »	275
3 »	142	21 »	273
4 »	157	24 »	283

Les chiffres ci-dessus montrent que les grains de féculé apparaissent très nombreux les premiers jours du développement de la racine et que cette formation se poursuit, en se ralentissant chaque mois un peu plus, jusqu'à la première phase de repos.

ACTION DE FACTEURS ÉTRANGERS SUR LA TAILLE DES GRAINS DE FÉCULE :

Il y a lieu de remarquer tout d'abord que les grains de féculé sont d'autant plus gros que l'on se rapproche de la base de la racine ; les différences sont cependant peu importantes. La figure n° 58 fait ressortir cette observation.



Par contre, une coupe transversale dans la racine montre que la taille des grains demeure constante, quel que soit le lieu de la prise.

La coupe des bois.

Pour reconstituer les plantations, les cultivateurs sont obligés de prélever des boutures sur les cultures existantes.

La coupe des bois qui en résulte provoque, dans les

Fig. 58. — Variation du diamètre moyen des grains de féculé sur le *Bouquet* selon le point de prélèvement sur la racine.

quelques jours qui suivent l'opération, une diminution sensible de la taille des grains dont la plante ne se relève pas.

Les chiffres ci-dessous se rapportent à la moyenne des résultats acquis pour 11 variétés, en 1945. La coupe des bois s'est effectuée le 8 janvier, sur des maniocs plantés le 1^{er} octobre 1944.

Dates	Diamètre du grain de fécula en microns		Dates	Diamètre du grain de fécula en microns	
	Culture ordinaire	Bois coupés		Culture ordinaire	Bois coupés
8 Janvier ...	13,45	13,45	25 Juin	14,48	14,21
22 »	13,45	13,35	9 Juillet	14,25	13,92
5 Février	13,50	13,15	23 »	14,50	14,05
19 »	13,55	13,30	6 Août	14,62	14,30
5 Mars	13,60	13,32	20 »	15,05	14,58
19 »	13,62	13,25	3 Septem. ...	15,42	14,40
2 Avril	13,75	13,28	17 »	15,27	14,38
16 »	13,65	13,29	1 ^{er} Octobre ..	14,90	14,45
30 »	13,96	13,38	15 »	15,08	14,57
14 Mai	13,98	13,56	29 »	15,31	14,72
28 »	14,20	13,90	12 Novemb. ..	15,25	14,55
11 Juin	14,23	13,92	26 »	14,80	14,28

Le graphique n° 59 traduit ces résultats.

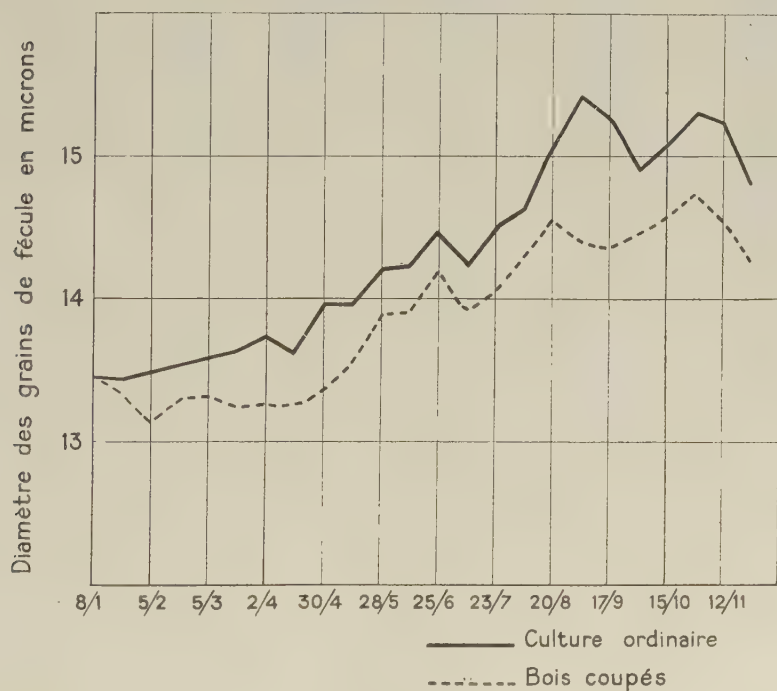


Fig. 59.

L'expérience montre qu'une coupe de bois faite au cours de la deuxième année provoque sur les plantes les mêmes effets que ceux constatés au cours de la première.

Les industriels redoutent le traitement des « maniocs coupés », qui donnent toujours des dépôts lents et d'un rendement moindre.

Les plantations serrées.

L'augmentation du nombre de plantes à l'unité de surface permet d'accroître l'expression de rendement (page 303). L'étiollement des individus qui résulte de leur resserrement ne modifie pas le diamètre des grains de féculé.

Les chiffres ci-dessous se rapportent à l'H. 33 planté le 1^{er} octobre 1946.

Dates	Diamètre des grains de féculé en microns				
	Distances de plantation				
	0,80×0,415	0,80×0,80	1×1	1,5×1,50	2×1,66
9. 1.1947	12,44	12,20	11,95	12,45	11,98
6. 2.1947	13,08	13,18	12,15	12,27	12,50
6. 3.1947	12,90	12,95	12,19	12,12	12,36
3. 4.1947	12,50	12,53	12,65	12,26	12,41
1. 5.1947	12,93	13,05	12,39	12,89	12,19
29. 5.1947	12,25	12,27	12,33	12,63	12,65
26. 6.1947	12,47	12,74	12,46	12,63	12,48
24. 7.1947	12,29	12,48	12,65	12,40	12,92
21. 8.1947	12,78	12,51	12,95	12,49	12,69
18. 9.1947	12,65	12,56	12,71	12,72	12,80
16.10.1947	13.	13,20	12,86	13,03	12,92
13.11.1947	13,37	12,96	12,84	13,06	13,03
11.12.1947	13,15	12,96	13,07	12,86	12,96
8. 1.1948	12,96	13,26	13,12	13,40	13,28
5. 2.1948	13,23	13,01	13,09	13,17	13,20
4. 3.1948	13,28	13,20	13,50	13,30	13,36
1. 4.1948	13,83	13,24	13,90	13,80	13,66
29. 4.1948	13,92	13,95	14,20	14,01	14,12
27. 5.1948	14,05	14,10	14,16	14,18	14,20
24. 6.1948	13,85	13,88	14,08	14,19	13,92
22. 7.1948	14,02	13,93	13,99	14,35	14,08
19. 8.1948	14,05	14,15	14,10	14,24	13,92
16. 9.1948	14,10	13,75	14,18	14,05	14,08
14.10.1948	13,98	14,22	14,20	14,35	14,17

Des essais sur H. 31 et H. 32 ont donné des résultats analogues.

Les chiffres ci-dessus montrent que les grains de féculé de la plantation serrée sont de diamètre tout à fait égal à ceux des plantations claires.

Les essais à l'usine ont d'autre part montré que les racines venant de plantations serrées se conduisaient comme celles des plantations claires.

Il y a cependant lieu de remarquer que sur les plus petites racines, les grains de féculé sont d'un diamètre légèrement plus petit (0,2 à 0,8 microns).

G. — LE GRAIN DE FECULE A L'USINE

Dans ce dernier chapitre, on verra le traitement que subissent à l'usine les racines de manioc. On examinera plus particulièrement comment se comporte le grain de matière hydrocarbonée et les pertes qui se produisent. Celles-ci, en effet, ont presque toujours pour origine une défectuosité des racines ou des grains de fécule.

APERÇU SUR L'USINAGE DU MANIOC.

L'usinage des racines de manioc comprend deux phases principales :

1° Le *râpage* au cours duquel les racines se trouvent débitées en fines particules ; les cellules sont déchiquetées et les grains de fécule libérés. Cette opération est suivie de la *séparation du lait féculent* qui se fait à l'aide de tamis, de lamellateurs ou de centrifuges. Il reste des drèches comme matières résiduelles.

2° Le *dépôt* et le *lavage* de la fécule qui se font dans des rigoles, des bassins ou des cuves. Après ces opérations, il demeure la fécule d'une part et les eaux de décantation d'autre part.

La fécule est ensuite séchée ou transformée en tapioca après cuisson à la température d'environ 150°.

La plupart des industriels sulfitent le lait féculent avant de l'envoyer dans les bassins de décantation.

LE MANIOC REÇU A L'USINE.

L'industriel qui traite du manioc adulte de deux ans trouve toujours dans le lot une certaine proportion de racines jeunes, qui apportent dans le lait féculent des grains de fécule de petit calibre.

Ces racines jeunes sont des néoformations qui poussent au cours de la deuxième année, à la suite de la pourriture de racines primaires. Plus rarement une ou plusieurs radicules se développent sur la racine primaire qui devient alors fourchue. Enfin, les cultivateurs mélangent parfois au moment de l'arrachage des maniocs de divers âges.

Le tableau ci-dessous montre la taille des grains du lait féculent sur des maniocs reçus à l'usine d'Ambatosoratra.

Diamètre des grains en microns	Fréquence pour cent rencontrée					
	Criolina		Java 12/48		3 A.	
	1 an	2 ans	1 an	2 ans	1 an	2 ans
4	5	2	3	2	1	2
6	7	5	8	6	4	3
8	13	10	16	16	15	12
10	14	12	19	21	15	16
12	23	18	26	23	13	15
14	19	18	15	13	24	14
16	10	18	8	13	17	19
18	5	13	4	5	7	14
20	2	2	1	1	2	2
22	1	1	—	—	1	2
24	1	1	—	—	1	1
26	0	0	—	—	0	0
Diamètre moyen	11,84	13,14	11,20	11,98	12,74	13,33

La proportion de grains de 2 microns est toujours inférieure à 1 % et ne ressort pas dans le tableau ci-dessus. Les grains de plus de 24 microns sont également peu courants sur les variétés étudiées à l'usine.

D'une façon générale, les maniocs reçus chez l'industriel ont, par suite de leur hétérogénéité, des grains de fécule plus petits que les maniocs de deux ans.

ENTRAÎNEMENT DE FÉCULE PAR LES DRÊCHES.

L'usinage de 10 tonnes de manioc libère 9 tonnes de drêches humides donnant après séchage 660 kg. de produit sec à 12 % d'eau.

La constitution centésimale de ces drêches sèches est la suivante :

Constituants	Féculerie de Marovoay	Féculerie d'Ampangabe	Féculerie d'Ambatosoratra
Eau	12	12	12
Matières minérales	1,23	1,05	1,53
Matières azotées	1,71	1,87	1,37
Matières grasses	0,54	0,47	0,59
Cellulose	13,28	10,88	10,60
Glucides solubles et fécule	71,21	73,71	73,90

Composition des matières minérales :

Chaux	0,490	0,351	0,360
Acide phosphorique	0,037	0,032	0,053
Potasse	0,380	0,236	0,173
Perte de glucides solubles et fécule dans le traitement de 10 tonnes de manioc vert	469,986	486,486	489,740

Il y a peu de variation entre les analyses obtenues dans les diverses féculeries, mais il faut constater que la perte de matières hydrocarbonées utiles, par les drêches, est très importante et approche de 5 kg. pour 100 kg. de manioc usiné, soit environ le sixième de la fécule.

L'examen détaillé des drèches montre qu'elles sont formées de débris cellulotiques renfermant dans leur sein des grains de fécule.

Ces débris ne sont autres que des amas de cellules non broyées, ayant résisté au râpage probablement en raison de leur teneur trop forte en cellulose. L'insuffisance de râpage doit aussi être invoquée.

Il est certain que la cellulose qui enrobe les grains de fécule constitue une grande gêne pour le râpage. Les industriels l'ont bien constaté et éliminent le plus possible les maniocs dits « boisés ».

Au cours de la sélection, il faudra donc rechercher des maniocs pauvres en cellulose.

OBSERVATIONS SUR LA SÉDIMENTATION DE LA FÉCULE.

La fécule en suspension dans l'eau, telle qu'elle existe dans le lait féculent, subit l'action de la pesanteur et il est possible d'appliquer la formule de STOKES au calcul de la vitesse de chute ; cependant, les chiffres trouvés ne seront pas tout à fait exacts car le grain de fécule n'est pas une sphère parfaite :

Dans la loi de STOKES :

$$V = \frac{2 \text{ gr}^2 (d - D)}{9 \text{ v}}$$

on appellera :

- r : le rayon du grain de fécule supposé sphérique
- v : la viscosité du liquide
- d : la densité de la sphère, soit 1,5 pour la fécule
- D : la densité de l'eau à 20 degrés, soit 0,99.827
- g : la gravité = 981
- V : la vitesse de chute en millimètres par seconde.

Comme g, d et D sont constants dans le cas présent, la formule peut s'écrire :

$$V = \frac{K \text{ r}^2}{\text{v}}$$

Si l'on prend pour v la viscosité de l'eau à 20°, soit 0,01 :

$$\frac{K}{\text{v}} = 10.938 \text{ et } V = 10.938 \times \text{r}^2$$

Appliquant le calcul à chaque dimension de grains de fécule, on trouve que la chute rapportée en centimètres par heure est égale à :

Diamètre des grains de féculé en microns	Chute en centimètres par heure	Diamètre des grains de féculé	Chute en centimètres par heure
2	3,93	22	476,45
4	15,75	24	567,02
6	35,43	26	665,46
8	63	28	771,78
10	98,44	30	885,97
12	141,75	32	1.008,04
14	192,94	34	1.137,98
16	252,01	36	1.275,80
18	318,95	38	1.421,50
20	393,76	40	1.575,07

Des essais faits dans l'eau, dans des tubes de 6 mètres de hauteur, ont donné les chiffres ci-dessous :

Diamètre des grains	Vitesse de chute en cm. par heure
9	12,1
10	24
11	33,7
12	45,1
13	65,2
14	100
15	157,8
16	230,7
17	315,8

Cet examen fait dans le milieu naturel montre que les petits grains descendent moins vite que la loi de STOKES ne le prévoit, probablement en raison de l'élévation de la viscosité dans le milieu observé.

LA SÉDIMENTATION DANS LES BASSINS DE DÉPÔT.

Après séparation et sulfitage, le lait féculent est envoyé dans les bassins de dépôt où il séjourne un jour environ. Après ce temps de repos, les eaux surnageantes sont évacuées et il reste au-dessous la couche de féculé.

Sur une couche de 30 cm. d'épaisseur, la stratification suivante a été rencontrée :

Diamètre des grains en microns	Fréquence pour cent					
	Partie basse	1/3 inférieur	Centre	1/3 supérieur	A 0,3 cm. de la surface	En surface (féculé légère)
4	1,33	2	1,33	2,66	2	9,66
6	2,66	7	6	6	12	23,33
8	2,66	13	13	17,33	29,33	18,66
10	9	11,66	19,33	20,66	27,66	19,66
12	13	17,33	25	27,66	22	9,33
14	26,33	20,66	22,33	21	5,66	10
16	21	22,33	9,33	4,66	1,33	5,66
18	18	2,66	2,33			2,33
20	1,66	1	1,33			1,33
22	2,66	2				
24	1,66	0,33				
Moyenne des grains .	14,49	14,46	11,69	10,92	9,56	9,36
Déviati on standard ..	3,66	3,87	3,13	2,80	2,42	3,79

Dans la sédimentation à l'usine, les grains de fécule se trouvent obligatoirement mélangés, car le remplissage des bassins commençant par le bas, des grains de tout calibre se déposent continuellement dans la masse. Au fur et à mesure de l'avancement du travail, la chute se fait d'une hauteur de plus en plus grande, le classement des sphérules s'opère mieux, ce qui explique l'absence de gros grains à la partie supérieure de la couche de fécule.

La fécule légère est constituée de grains de fécule de tout calibre qui apparaissent corrodés sur leur périphérie et portent des stries très visibles. Il doit s'agir de fécule en partie digérée ou altérée par les pourritures.

L'ENTRAÎNEMENT DE FÉCULE PAR LES EAUX DE DÉCANTATION.

Après 24 ou 36 heures de repos, les eaux surnageantes sont évacuées. La moitié inférieure du liquide constitue les eaux intermédiaires et la moitié supérieure, les eaux vertes. Ces eaux renferment toujours dans leur sein des grains de fécule, mais les dernières sont moins chargées que les premières.

Après 30 heures de repos, on a trouvé à l'usine d'Ambatosoratra les chiffres suivants pour les eaux intermédiaires :

Diamètre des grains en microns	Pourcentage de grains					
	Criolina		3 a.		Manioc du pays	
	de 2 ans	de 1 an	de 2 ans	de 1 an	de 2 ans	de 1 an
2	9	12	41	24	39	31
4	37	19	41	50	43	43
6	29	26	15	18	14	16
8	13	24	2	7	3	7
10	7	15	1	1	1	2
12	5	4				1
14						
Moyenne	5,85	6,46	3,62	4,22	3,68	4,18

Si l'on procède à l'analyse des matières amylacées perdues avec les eaux de décantation, on trouve les chiffres ci-après : comme il est évacué 34 m³ 570 d'eaux vertes et 20 m³ 570 d'eaux intermédiaires pour 10 tonnes de manioc usiné, il sera facile de déterminer la matière hydrocarbonée entraînée par le départ des eaux surnageantes.

Teneur en matières hydrocarbonées en grammes par litre	VARIÉTÉS			
	1 B. 2 ans	Manioc du pays de 2 ans		
		usiné frais	usiné après 2 jours	usiné après 3 jours
Eaux vertes	1,60	1,80	6,97	8,50
Eaux intermédiaires ...	4,52	7,10	6,57	10,50
Perte de matière hydro- carbonée en kgr. pour 10 tonnes de manioc usiné	148,3	208,3	376,1	509,8

La perte à l'usine par les eaux de décantation se fait par les grains de fécule de petit calibre dont la précipitation par suite de sa lenteur ne peut être pratiquement réalisée.

Ces difficultés de précipitation ont pour origine le calibre du grain de fécule et la viscosité variable du milieu.

Si le rayon du grain de fécule est fonction de la variété et de l'âge des racines, la viscosité par contre demeure la résultante d'une série de facteurs dont les plus importants sont la nature et la proportion des matières en dissolution dans les eaux en cours de décantation.

Les matières grasses et azotées sont parmi celles qui paraissent le plus augmenter la viscosité et c'est pour cette raison que les maniocs jeunes, plus chargés de ces substances, déposent plus lentement. La proportion de matières grasses et azotées varie aussi selon la variété.

Enfin, le degré de sulfitation importe encore. Ce procédé a pour but d'empêcher les fermentations et de maintenir en suspension dans les eaux vertes, pour être évacuées ensuite, les matières azotées et grasses qui pourraient par la suite nuire aux qualités du tapioca. La quantité de SO_2 présente dans le liquide (0,3 à 0,4 gramme par litre) modifie le pH et de là les modalités de la précipitation.

Dans tous les cas, un traitement pratiqué plusieurs jours après l'arrachage donne des eaux surnageantes plus chargées probablement par suite des fermentations qui se sont produites.

Les matières hydrocarbonées perdues sont pour les 9/10 constituées de fécule. La perte de ce corps peut donc varier entre 1,5 et 5 kg. pour 100 kg. de manioc usiné.

PERTES DE FÉCULE AU COURS DU LAVAGE.

Après évacuation des eaux, la fécule déposée au premier dépôt est diluée, malaxée et envoyée dans les bassins de deuxième dépôt. Cette opération a pour but de débarrasser la fécule des diverses matières étrangères qui l'accompagnent dans le manioc. Au sortir du malaxage, le lait féculent se trouve beaucoup plus concentré que celui qui sort des râpes et il n'est évacué que 3 m³ 350 d'eaux vertes pour 10 tonnes de manioc usiné.

L'analyse de ces eaux a donné les chiffres ci-après pour des maniocs de deux ans :

	VARIÉTÉS	
	1 B — 2 ans	Manioc du pays — 2 ans
Teneur en grammes par litre de matières hydrocarbonées	1,80	1,60
Perte de matière hydrocarbonée pour 10 tonnes de manioc (en kg.) ...	6,030	5,360

L'examen détaillé de la matière hydrocarbonée montre qu'elle est surtout formée de glucose provenant de l'hydrolise de la fécule sous l'action du SO_2 . L'entraînement de fécule par les eaux vertes du deuxième dépôt doit donc être considéré comme négligeable. Les grains de fécule rencontrés sont de petite taille : 2 à 4 microns.

Mais après le retrait des eaux vertes, il reste sur la fécule une couche de matières visqueuses appelées « gras » recouverte d'une fine couche blanche dite « fécule légère ».

Les gras sont constitués de fins débris de cellules qui passent au travers des tamis, et aussi de matières grasses et azotées. Les gras emprisonnent une quantité importante de grains de fécule de toute taille. Pour 10 tonnes de manioc usiné, il est évacué 1 m^3 040 de gras.

La composition de ces gras est la suivante, en grammes par litre :

	1 B 2 ans	Manioc du pays de 2 ans		
		sain	mosaïqué intensité 2	mosaïqué intensité 3,5
Matières minérales ..	2,05	1,89	2,02	2,12
Matières grasses		3,95	4,40	6,30
Matières azotées		7,60	7,96	8,12
Cellulose		2,67	1,75	2,1
Matière hydrocarbonée restante	292,3	166	163	250,2
Perte de fécule par l'usinage de 10 T. de manioc (en kg.) ..	303,992	172,640	169,520	260,208

La perte de fécule varie de 1,5 à 3 kg. pour 100 kg. de manioc usiné. En fait, cette fécule n'est pas entièrement perdue, car les gras sont dilués et envoyés dans des bassins extérieurs où le dépôt peut durer plusieurs semaines. On obtient par ce procédé une fécule de deuxième qualité mais encore marchande.

CONCLUSIONS A TIRER SUR LES PERTES DE FÉCULE A L'USINE.

Si l'on totalise les pertes qui se produisent à l'usine, on trouve qu'elles oscillent entre 2 et 4 dixièmes de la fécule contenue dans les racines, ce qui est considérable. Ces pertes peuvent se récapituler comme suit :

	Pertes en kgr. de fécule pour 100 kg. de manioc	
	Maximum	Minimum
Perte par les drèches	4,5	4
Perte par les eaux de décantation ..	4,8	1
Perte par les gras	2,7	1
	12	6

On verra plus loin que les manioc atteints de mosaïque peuvent donner lieu à des pertes encore plus élevées.

L'amélioration du matériel utilisé dans les féculeries permettrait de réduire ces pertes ; mais la création de clones pauvres en cellulose, pour faciliter le râpage, et également de faible teneur en matières grasses et azotées pour obtenir une meilleure sédimentation, permettrait de récupérer une plus grande quantité de fécule.

L'obtention de clones qui, à l'âge adulte, ne renfermeraient plus de grains de fécule de diamètre inférieur à 6 microns, faciliterait encore la stratification du lait féculent.

II. — LES FACTEURS DU RENDEMENT ET LEUR MESURE

L'amélioration du manioc doit tendre à accroître les deux variables de l'expression de rendement : l'indice végétal et le coefficient d'utilisation.

Pratiquement, l'indice végétatif sera déterminé en prenant le poids des bois, des racines et des feuilles au champ, au moment de l'arrachage. Cette pesée totale des diverses parties de la plante s'imposera pour la sélection des clones et la plupart des essais. Parfois, assez rarement, une pesée partielle suffira et, dans ce cas, les racines seules seront considérées.

Avec le rendement au champ, on étudiera la résistance aux pourritures et à la mosaïque. En fait, ces deux caractères pourraient être intégrés dans l'étude du rendement au champ qui groupe tous les facteurs de productivité où s'inscrivent les diverses résistances aux facteurs adverses. Mais leur étude séparée est nécessaire en raison de l'importance que prennent ces caractères dans certaines conditions de culture. Une plante n'a pas toujours à mettre à l'épreuve en effet ses qualités de résistance aux pourritures et à la mosaïque.

La richesse en fécule des racines permettra, après l'indice végétatif, de déterminer le coefficient d'utilisation.

Enfin, une mention spéciale sera réservée à la précocité.

L'étude ci-dessous portera donc sur les 5 facteurs de rendement ci-après :

- A. — Rendement au champ.
- B. — Résistance aux pourritures.
- C. — Résistance à la mosaïque.
- D. — Richesse en fécule.
- E. — Précocité.

A. — RENDEMENT AU CHAMP

Pour donner à un caractère toute sa valeur, il est nécessaire de pouvoir le mesurer en se débarrassant des causes possibles d'erreur. Il faut, d'autre part, que cette mesure soit suffisamment facile pour ne pas obliger à un travail trop considérable.

Le rendement au champ ne peut se mesurer que par une série de pesages qui seront effectués à divers moments de la vie de la plante afin de pouvoir dresser les courbes de croissance.

ECART PROBABLE DES RÉSULTATS.

Dans les tableaux ci-dessous, il ne sera indiqué que le poids des racines qui présente toujours les plus grands écarts :

Si dans un champ à sol régulier, on arrache tous les pieds de manioc rencontrés sur une ligne, on constate une sensible différence de poids entre chacun d'eux :

4 séries successives de 10 pieds de *Criolina*, arrachés le 2 avril 1942, donnèrent les chiffres ci-après :

1,760	1,560	1,650	1,625
2,065	1,120	1,857	0,865
1,685	1,980	2,150	0,525
0,980	0,489	2,580	2,085
0,770	1,115	1,800	2,115
1,175	1,757	2,125	1,880
2,125	2,095	1,985	0,910
1,985	2,370	0,460	1,130
1,450	0,625	0,715	0,950
1,565	0,850	1,150	1,755
A = 1,556	A = 1,396	A = 1,647	A = 1,384
ep = 0,296	ep = 0,416	ep = 0,349	ep = 0,366

Pour du manioc du pays âgé de 2 ans, arraché au cours de juillet 1936, les chiffres ci-après ont été relevés :

1		2		3		4		5	
P.	e.	P.	e.	P.	e.	P.	e.	P.	e.
3,800	1,613	4,730	0,123	2,080	0,128	3,401	0,726	5,390	2,971
3,070	0,883	5,030	3,177	5,000	2,792	2,620	0,055	2,540	0,121
2,010	0,177	1,960	0,107	2,760	0,552	3,030	0,355	2,350	0,069
2,010	0,177	1,480	0,373	2,230	0,022	3,430	0,755	0,870	1,549
2,660	0,473	2,060	0,207	2,539	0,331	2,880	0,205	2,644	0,225
2 690	0,503	1,690	0,163	2,240	0,032	3,750	1,075	1,500	0,919
2,930	0,743	0,720	1,133	0,710	1,498	2,860	0,185	2,540	0,121
0,830	1,357	1,180	0,673	1,190	1,018	0,550	2,125	2,400	0,019
0,810	1,377	1,510	0,343	1,760	0,448	0,800	1,875	1,410	1,009
1,060	1,127	1,170	0,683	1,580	0,628	3,430	0,755	2,550	0,131
A = 2,187		1,853		2,208		2,675		2,419	
ep = 0,650		0,750		0,740		0,700		0,760	

Si l'on arrache tous les pieds d'une parcelle irrégulière, médiocrement venue, l'écart probable s'accroît dans des proportions considérables. L'arrachage en 1936 des 500 pieds d'une parcelle de la variété 10 A a donné :

— pieds de moins de 1 kg.	7
— de 1 à 2 kg.....	73
— de 2 à 3 kg.....	153

— de 3 à 4 kg.....	102
— de 4 à 5 kg.....	82
— de 5 à 6 kg.....	45
— de 6 à 7 kg.....	14
— de 7 à 8 kg.....	16
— de 8 à 9 kg.....	6

Pour ces valeurs :

$$A = 3,480 \qquad ep = 1,080$$

CAUSE DES ÉCARTS.

La cause de ces différences importantes vient de plusieurs raisons :

1° L'hétérogénéité du sol au point de vue physique et chimique.
 2° La répartition irrégulière de l'humidité. Les parties fraîches facilitent le départ de la végétation, mais elles peuvent occasionner par la suite la pourriture des racines.

3° Les fumures qui accroissent toujours les écarts en raison de leur répartition irrégulière.

4° Les qualités de la bouture. Un bois repart d'autant plus vite qu'il est plus jeune, mais il résiste d'autant mieux aux conditions adverses (sécheresse, insectes) qu'il est plus âgé.

La vigueur au départ est aussi conditionnée par la richesse de la bouture en matières hydrocarbonées. Une bouture trop pauvre ne forme pas de cal cicatriciel et meurt.

5° L'action des insectes. Les *Heteronychus* et des larves de toute sorte rongent les boutures et provoquent une reprise irrégulière.

6° La qualité de la plantation a aussi son importance. Les boutures ne sont pas toutes de la même longueur et elles peuvent être plantées plus ou moins inclinées ou à des profondeurs différentes.

7° Les pieds atteints par la mosaïque sont toujours diminués par rapport aux voisins.

8° Enfin, des soins d'entretien mal exécutés peuvent favoriser certaines parties de la plantation.

MÉTHODE D'EXAMEN.

Après de nombreux essais, on a été conduit à pratiquer la méthode ci-après qui permet de réduire les écarts.

Avant la dernière façon culturale le sol est irrigué pour régulariser le taux d'humidité et obtenir ainsi une reprise régulière. Les boutures sont choisies au champ, taillées à 5 yeux d'une longueur comprise entre 25 et 30 cm., plantées verticales et enfoncées de 10 cm. dans le sol.

Les carrés d'essais sont divisés en planches de 12 mètres de largeur.

Cette division facilite l'écoulement des eaux, le passage des observateurs et le retrait des pieds arrachés. Deux mois après la plantation, les pieds irréguliers, souffreteux, ou atteints de mosaïque, sont marqués afin de ne pas être arrachés au moment de l'échantillonnage.

Chaque essai ou comparaison de variété doit être planté sur 10 carrés élémentaires, chacun séparé par une ligne de manioc appartenant à une variété très caractéristique (feuillage violacé ou panaché, par exemple) qui servira de repère et permettra d'éviter les mélanges.

L'ordre d'arrachage de chaque pied est préparé à l'avance en tenant compte des pieds marqués signalés plus haut.

Au moment de l'arrachage, on prélèvera un pied dans chacun des carrés élémentaires. Le lot des dix individus ainsi rassemblés constituera un échantillon parfaitement représentatif.

VALEUR DES RÉSULTATS. INDICE DE SUPÉRIORITÉ.

Les chiffres montrent qu'en opérant ainsi l'écart probable du rendement se trouve réduit à 0,100 pour des pieds pesant de 1 kg. à 1 kg. 500. L'écart est porté à 0,300 pour des individus de 3 à 4 kg. Il atteint donc dans chaque cas 10 % des rendements trouvés.

Mais comme l'on compare le résultat moyen des 10 pieds *arrachés*, l'erreur probable du résultat se trouvera réduite de $V 10 - 1 = 3$, soit 3,33 % du chiffre exprimant le rendement. Un résultat ne pouvant être tenu pour significatif que s'il atteint $\pm 3 \times$ écart probable, on voit que pour être qualifiée de meilleure, une variété devra donner un rendement supérieur de 10 % au moins sur le témoin.

Un essai ne peut donc être apprécié que s'il provoque des différences en plus ou en moins de 10 %. Des actions moins marquantes ne pourront être acceptées comme valables.

Dans la pratique, la différence de 10 % qui représente l'*indice de supériorité minimum* sera suffisante. Pour un témoin qui fournit notamment 20 tonnes de racines à l'hectare, les variétés comparées devront fournir au moins 22 tonnes pour être admises comme meilleures.

Lorsque l'on étudie l'action d'un facteur (l'insolation par exemple), il est nécessaire de réduire la marge d'insécurité. Il faut alors réduire l'écart probable du rendement en augmentant les répétitions. Lorsque l'on compare les moyennes de 50 pieds, une différence de 5 % peut être acceptée comme significative.

B. — LA RESISTANCE AUX POURRITURES

L'accumulation souterraine de la fécule n'est pas idéale quant à sa conservation. Il n'est pas rare de voir les Rats établir leur habitat à l'intérieur

d'une racine après en avoir vidé le contenu. Seule la peau est alors laissée pour protéger la demeure.

Mais les animaux ne constituent pas les ennemis les plus redoutables pour le manioc, les facteurs extérieurs et les agents pathogènes interviennent avec plus de violence et provoquent la pourriture des racines.

DIVERSES SORTES DE POURRITURES.

On classera les pourritures en trois sortes :

Les pourritures physiologiques ou naturelles.

A diverses époques de l'année, certaines parties de la racine de manioc se décomposent sans raison apparente, réduisant ainsi la valeur féculière de la matière première.

Les pourritures provoquées ou artificielles.

La racine ne résiste pas à l'asphyxie et se décompose en totalité lorsqu'elle est privée d'air. L'inondation provoque ce genre de pourriture.

Les pourritures pathogènes.

La partie souterraine du manioc constitue un excellent milieu pour le développement des champignons et autres parasites. Ils commettent parfois des dégâts importants.

a) LES POURRITURES NORMALES OU NATURELLES

Après un certain temps de végétation, une dizaine de mois en général, certaines variétés de manioc présentent des débuts d'atteinte de pourriture qui évoluent différemment selon les variétés.

On distinguera les types ci-après :

1) *Taches brunes de la pulpe.* Pl. X, a1.

Elles apparaissent entre l'écorce et le faisceau central. La partie atteinte est un cylindre qui suit le sens des fibres sur toute leur longueur avec parfois quelques solutions de continuité constituées par des parties saines.

La bande atteinte peut n'avoir que deux ou trois millimètres de diamètre, mais elle affecte parfois la forme d'un anneau ou d'un triangle arrondi de un à deux centimètres de diamètre. L'examen montre que les grains de féculé perdent de leur volume dans toutes les parties attaquées.

2) *Pourriture terminale.* Pl. X, a2.

En septembre, avant que ne débute la saison des pluies, l'extrémité de quelques racines des variétés *Criolina* et *Tapicura* se décompose, entraînant peu à peu la pourriture de la totalité de la racine. Ici encore le grain de féculé perd de sa taille.

3) *Pourriture pédonculaire.* Pl. X, a3.

A l'inverse du cas précédent, la pourriture commence du côté du pédon-

cule et gagne peu à peu toute la racine. Par ailleurs, dès que la base du pédoncule pourrit, le reste de la racine n'est plus nourri et disparaît s'il n'est pas enlevé à temps. Le *Sao Pedro* et les hybrides 23 et 26 présentent des pourritures de ce genre.

4) *Liquéfaction centrale*. Pl. X, a4.

Sur le *Bogor*, quel que soit le lieu de culture, la partie centrale de la racine perd au début de l'hiver sa blancheur, devient translucide et noircit si l'arrachage n'est pas pratiqué à temps. La culture sur sol argileux hâte cette évolution.

b) LES POURRITURES PROVOQUEES OU ARTIFICIELLES

On classera dans ce groupe les pourritures provoquées par l'inondation. (Pl. X, b.)

Lorsqu'en saison des pluies, la teneur en eau du sol s'élève, les racines privées d'air pourrissent. Le mal peut débiter par le pédoncule comme chez le *Bouquet de la Réunion*, l'*Australia*, le *Cassave Beurrine*, ou par l'extrémité de la racine (*Java*). Sur le manioc du pays, la pourriture commence généralement par la partie médiane.

Quel que soit le point d'attaque, l'évolution est rapide ; en 15 jours la racine se trouve entièrement décomposée et dégage une odeur nauséabonde très forte.

L'hybride 38 est la variété qui résiste le mieux à cette pourriture.

c) LES POURRITURES PATHOGENES

Plusieurs champignons s'attaquent aux racines de manioc et ne font pas de différence entre les variétés. L'intensité d'attaque est proportionnée à l'état d'infection du sol et la nature de celui-ci.

Les plus importants sont :

Phaeolus manihotis (Ranalay des Malgaches), dont les filaments jaunes envahissent la totalité des racines qui apparaissent alors gris orange. Le champignon qui absorbe la fécule ne laisse que les filaments cellulotiques. La racine ne dégage d'odeur nauséabonde qu'au début de l'atteinte (Pl. XII).

Le Ranalay se développe sur les sols sableux sains où il détruit alors la totalité du manioc et même des plantes très variées, comme le *Duranta* et l'*Eucalyptus*. Il ne croît pas sur les sols argileux, surtout s'ils se ressuyent mal en saison des pluies.

Lasiodiplodia theobromae s'attaque au collet de la tige et parfois au pédoncule de la racine qui prend dans ce cas une couleur noire. Le début de la racine peut aussi être envahi et dégage alors une odeur fétide. De toute façon, la mort du collet ou du pédoncule entraîne obligatoirement la disparition des racines.

Armillariella mellea. Ce champignon provoque le dessèchement de la racine. Celle-ci apparaît comme passée à l'étuve, l'écorce détachée, formant manchon autour de l'intérieur ratatiné. La racine atteinte dégage une odeur agréable de champignon. Le mal s'étend très vite en formant des taches.

CONSÉQUENCE DES POURRITURES.

L'examen des parties malades montre que les cellules atteintes perdent leur paroi et que les grains de fécule subissent une digestion qui s'accroît dans le temps.

La présence de racines pourries est particulièrement néfaste à l'industriel qui, non seulement achète un produit de moindre valeur, mais la présence de matières altérées dans le lait féculent vient rendre les dépôts difficiles. Les eaux de décantation demeurent très chargées en fécule, tandis que le produit préparé perd de sa blancheur et est déprécié.

MESURE DE LA RÉSISTANCE AUX POURRITURES.

Il n'existe pas de mesure précise de la résistance aux pourritures, mais les arrachages périodiques effectués pour l'établissement des courbes de croissance permettent chaque fois une vérification de l'état des racines et de se faire une idée réelle de la valeur du caractère résistance. Les observations par quinzaine sont suffisantes pour observer le moment où la pourriture commence et dégager ainsi la cause qui l'a provoquée.

C. — LA RESISTANCE A LA MOSAÏQUE

a) CARACTÈRES DE LA MALADIE

Le virus filtrant de la mosaïque est transmis du pied malade au pied sain par un vecteur du groupe des Aleurodes : *Bemisia manihotis* Frappa qui se cache sous les jeunes feuilles encore plissées. On peut en rencontrer en saison chaude plusieurs dizaines par pied de manioc.

On ne connaît pas la raison de la résistance des individus au mal. On sait seulement que le développement de la mosaïque se trouve en relation avec certains caractères de couleur de la plante (voir p. 358). Ces derniers sont probablement en corrélation avec des caractères physiologiques.

Le feuillage atteint cesse de croître et jaunit ; la feuille se recroqueville. Aux fortes intensités, les rameaux se courbent et les lobes foliaires se réduisent à des moignons.

Un examen microscopique de la feuille montre un accroissement des membranes par rapport au volume du cytoplasme ; d'autre part, le tissu lacuneux réduit en épaisseur présente de plus grands vides.

La surface foliaire se trouve réduite dans les proportions ci-après :

Intensité d'atteinte	Surface foliaire en mètres carrés au moment de la pleine activité de la plante
Plante saine	6 m ²
Plantes atteintes de mosaïque	
intensité 1	5 m ² 99
» 2	5 m ² 90
» 3	5 m ² 10
» 4	1 m ² 80
» 5	0 m ² 20

Le mal n'apparaît que sur les jeunes feuilles, celles déjà arrivées à l'âge adulte ne sont pas touchées.

En dehors de la transmission naturelle, la mosaïque peut être donnée par greffage.

L'inoculation de sève malade n'a pas donné de résultat positif.

Le mal n'est pas transmis par graine.

La mosaïque se caractérise par son intensité et son degré de contamination.

INTENSITÉ DE MOSAÏQUE.

Chaque clone oppose au virus sa résistance propre. La résultante de ces deux actions contraires se traduit par l'établissement d'un état d'équilibre caractéristique d'un clone donné et que l'on appellera intensité ou virulence du mal.

Lorsque sur un pied de manioc atteint fortement (intensité 4,5) servant de sujet, on greffe un clone indemne, les jeunes feuilles du greffon sortent complètement crispées, témoignage d'une grave atteinte. Puis le mal tend à réduire son intensité, les feuilles qui apparaissent après quelques semaines sont moins recroquevillées et peu à peu l'état d'équilibre se trouve atteint.

L'espèce *Pringlei* greffée dans ces conditions est la seule qui, avec le temps (2 à 3 ans), arrive à s'affranchir du mal.

L'espèce *Glaziovii* conserve toujours la maladie, mais à une faible densité (0,5 à 1).

Tous les intermédiaires existent entre l'espèce *Pringlei* indemne et les clones qui disparaissent en quelques semaines. Il est donc nécessaire, afin de pouvoir préciser le degré d'intensité d'atteinte de chaque variété, de définir divers états du mal.

5 degrés de virulence seront établis :

Intensité 0. Pas de mosaïque.

Intensité 1. Pl. XI a.

La plante se développe normalement, mais le feuillage porte des panachures dont l'action ne modifie pas la forme du lobe. Parfois une partie

de la plante n'est pas touchée, car le mal ne se généralise que très lentement sur les nouvelles pousses. Sur les branches malades, la panachure couvre en moyenne le cinquième du lobe, mais parfois la moitié. La plante ne paraît pas souffrir.

Variété type : *Bogor*.

Intensité 2. Pl. XI b.

La plante a un port normal, mais l'aspect du lobe est altéré par l'abondance des taches jaunes qui, cessant leur développement avant les parties intactes, provoquent de nombreuses déformations. Parfois les marges du limbe se replient sur leur face inférieure. Quelques lobes peuvent paraître intacts, mais en général les panachures couvrent la moitié de la feuille.

Variété type : *Calabar*.

Intensité 3. Pl. XI c.

La plante conserve son port habituel, mais il est plus réduit que chez l'individu normal. Les feuilles sont toutes atteintes et presque tous les lobes. Ces derniers, couverts sur les 2/3 de leur surface de parties jaunes, sont déformés, en partie recroquevillés.

Variété type : *Sao Pedro Preto*.

Intensité 4. Pl. XI d.

Subissant les effets du mal les bois se courtoient. La plante rabougrie prend un port érigé du fait que les ramifications ne se développent pas. Le fin réseau de parties vertes qui demeure sur la feuille oblige le limbe à se gaufrer pour permettre aux parties jaunes, moins développées, de les épouser. Presque tous les lobes sont recroquevillés.

La plante, qui n'atteint plus que la moitié de sa hauteur normale, se laisse envahir par l'herbe et les Cochenilles. La récolte réduite de moitié est de mauvaise qualité.

Variété type : *Trinidad de Maurice*.

Intensité 5. Pl. XI e.

Les rameaux courtoientés sont à peine développés. Les feuilles réduites au 1/10 de leur surface ne fonctionnent presque plus. Sur quelques-unes le limbe se trouve à peu près inexistant ; la feuille est réduite à son pétiole et à un commencement de nervures.

La plante meurt au bout de quelques mois sans avoir grossi ses racines.

Variétés : 4 A et de nombreux hybrides.

Les états intermédiaires 0,5, 1,5 2,5 3,5 4,5 pourront être quelquefois utilisés.

DEGRÉ DE CONTAMINATION.

Le degré de contamination ou degré de dispersion représente la proportion d'individus atteints sur une plantation considérée.

La mosaïque s'est étendue à partir de 1934 dans les régions de manioc culture. Elle n'a gagné que tardivement, et souvent à la faveur d'introduction de boutures malades, les centres de moindre importance. Les parties élevées et ventilées, plus pauvres en Aleurodes, portent toujours une plus grande proportion de pieds sains.

Le degré de contamination d'un clone pour un lieu donné varie donc selon l'abondance des vecteurs contaminés.

On peut encore trouver dans des endroits isolés (Andriamena) du manioc du pays sain, malgré la présence d'Aleurodes. Celles-ci n'ont pu être contaminées par suite de la barrière désertique de 30 à 50 kilomètres qui les sépare des cultures malades.

Si l'on plante dans un milieu infesté un carré de ce manioc du pays sain et un carré de *Criolina* on constate qu'au bout de trois mois le manioc du pays se trouve complètement atteint, tandis que sur le *Criolina* on ne rencontre que 2 % de pieds malades. Les clones se contaminent donc d'autant moins vite que la mosaïque les atteint avec moins de virulence. Il existe une corrélation directe étroite entre le degré d'intensité du mal et le degré de contamination.

MODE D'EXAMEN DE LA MOSAÏQUE.

Bien des planteurs se contentent de regarder de la route l'ensemble d'une parcelle pour apprécier la résistance d'un clone à la maladie. Du nombre de pieds atteints, ils se font une idée de la résistance au mal.

Cette manière de procéder ne permet pas de déterminer l'intensité de l'atteinte, car le faible nombre de pieds malades peut provenir de conditions privilégiées dans lesquelles se trouve la plantation.

La présence de pieds partiellement atteints est encore plus trompeuse. La partie demeurée apparemment saine représente en effet celle qui s'était développée avant l'infection de la plante, et comme la mosaïque ne s'extériorise pas sur les parties déjà adultes, l'on pourrait prendre pour très résistant le clone simplement effleuré par le mal. Il suffit en réalité de bouturer ces parties extérieurement saines pour voir apparaître des bourgeons malades. La mosaïque est une maladie insidieuse et on risque par un examen trop superficiel de propager des clones sensibles qui se laisseront rapidement envahir.

DÉTERMINATION DU DEGRÉ D'INTENSITÉ ET DU DEGRÉ DE CONTAMINATION.

Pour déterminer le degré d'intensité de la mosaïque, il faut entrer dans le champ et examiner un à un une vingtaine d'individus malades d'un clone donné. Selon les pieds des écarts d'un degré d'intensité peuvent être trouvés. Sur le *Sao Pedro Preto* par exemple, généralement atteint à l'intensité 3, on rencontre des écarts variant entre les intensités 2,5 et 3,5.

On se rendra parfaitement compte du degré d'atteinte d'un clone en bouturant des pieds malades et en examinant les nouveaux individus.

Le degré de contamination est, comme il a été dit plus haut, en partie subordonné au degré d'intensité. Il est représentatif de l'état sanitaire des plantations. Une culture de *Bouquet de la Réunion* par exemple, qui n'aurait que 10 % de pieds atteints, montre que le lieu de culture est peu infesté.

Le tableau ci-dessous indique, pour les principaux clones cultivés, le degré d'intensité du mal et le degré de contamination pour une région moyennement infestée.

Variétés	Degré d'intensité moyen	Degré de contamination
M. Pringlei et M. Glaziovii	0	0 %
Criolina, Australia, H. 36, H. 31 ..	0,5	2 à 5 %
H. 35, H. 34, Bogor	1	5 à 8 %
Bassiorao, H. 33	1,5	10 %
H. 32, H. 37	2	15 à 25 %
Java, Cassave Beurrine	2,5	30 %
Sao Pedro Preto, Bouquet	3	35 à 60 %
Fotsy	3,5	70 à 90 %
Trinidad, Negrita 17	4	100 %
Manioc du pays	4,5	100 %

Certains clones issus de semis, sont quelquefois atteints à l'intensité 5 et disparaissent en trois mois environ.

b) ACTION CHIMIQUE DE LA MOSAÏQUE SUR LES PLANTES

On vient de voir les principales modifications morphologiques que provoque la mosaïque sur les individus atteints. Dans ce paragraphe, on examinera les altérations chimiques que produit cette maladie.

ACTION SUR LA FEUILLE.

Sur le manioc du pays, on a noté la composition chimique ci-après :

Constituants	Manioc saïa	Manioc malade	
		Intensité 4	Intensité 5
Eau	71,50	65,40	66,70
Cendres	1,90	2,94	3,56
Matières azotées	8	7,79	5,93
Glucides solubles et amidon	15,45	20,76	19,32
Cellulose brute	3,16	3,11	4,49

Cette analyse montre que les feuilles malades sont plus riches en matière sèche et principalement en matière hydrocarbonée et minérale.

ACTION SUR LES BOIS.

La réduction qui s'opère sur le feuillage malade se produit avec la même intensité sur les bois. A l'intensité 5, la plante ne développe presque pas ses tiges et meurt au bout de quelques mois.

L'examen chimique de tiges de manioc du pays de deux ans, malade, cultivé sur terre de colline, a donné les chiffres ci-après :

Constituants	Manioc sain	Manioc atteint de mosaïque Intensité 4
Eau	72	68
Matières minérales	3,53	3,20
Matières grasses	0,35	0,47
Matières azotées	2,27	7,24
Glucides solubles et amidon	16,40	15,65
Cellulose brute	5,45	5,44

Sur terre basse d'alluvion, avec des plantes âgées d'un an, les chiffres ci-dessous ont été trouvés :

Constituants	Manioc sain	Manioc du pays malade	
		Intensité 4	Intensité 5
Eau	91,31	90,40	90,01
Cendres	0,82	1,44	0,94
Matières azotées	0,65	2,43	3,79
Glucides solubles et amidon	5,75	4,16	1,99
Cellulose brute	1,47	1,57	3,27

On constate que les bois malades sont plus pauvres en eau et en amidon. Ce dernier corps, particulièrement rare dans les plantes atteintes à l'intensité 5, rend la reprise des boutures malades assez difficile. Un autre fait essentiel est l'abondance des matières azotées dans les bois des plantes atteintes de mosaïque.

ACTION SUR LA RACINE.

Rendement et densité.

Comme le montre le tableau ci-après, aux faibles intensités, la mosaïque ne porte pas atteinte aux qualités de la racine et peut même avoir une action favorable lorsque le manioc du pays est cultivé sur terre basse. Dans ce cas, cette légère amélioration provient du fait que sous le coup de la maladie, la variété, qui présente dans ces sols frais une forte végétation, réduit son système aérien au profit des racines. Les moyennes sont faites sur 500 pieds.

Intensité de mosaïque	Terre de colline		Terre basse alluvion	
	Rendement par pied en kgr.	Densité	Rendement par pied en kgr.	Densité
0	3,500	1,179	4,226	1,161
0,5	3,520	1,180	4,307	1,160
1	3,500	1,179	4,556	1,166
1,5	3,490	1,179	4,706	1,169
2	3,480	1,176	5,016	1,170
2,5	3,400	1,174	4,464	1,168
3	3,255	1,170	4,032	1,169
3,5	2,905	1,162	5,040	1,161
4	1,120	1,150	1,330	1,156
4,5	0,240	1,137	0,525	1,145
5	0,060	1,101	0,221	1,114

Jusqu'à l'intensité 2,5 la maladie ne cause donc aucun préjudice au planteur.

Composition chimique.

Si l'on examine les racines du manioc du pays vert débarrassé de ses écorces, on trouve les chiffres ci-dessous :

Constituants	Manioc sain	Manioc atteint à l'intensité 4
Eau	60	64,50
Matières minérales	0,86	0,71
Matières grasses	0,15	0,16
Matières azotées	0,73	1,48
Matières hydrocarbonées (glucides solubles et amidon)	37,46	32,44
Cellulose brute	0,80	0,71

D'autre part, une analyse partielle ne portant que sur les matières azotées a donné les chiffres suivants. La racine a été divisée en ses trois constituants : racine proprement dite, deuxième peau (phelloderme), première peau (liège).

Intensités	Pourcentage des matières azotées		
	Cylindre central	Phelloderme	Liège
0	0,34	0,90	0,89
1	0,43	0,72	0,95
2	0,27	0,91	0,96
3	0,46	1,25	1,—
4	0,61	1,02	1,01
4,5	0,75	1,21	1,20
5	0,80	1,58	1,85

Les deux tableaux sont concordants et montrent le gros accroissement de matière azotée dans les racines des maniocs malades. Il faut noter que

ces matières sont plus abondantes dans les écorces des pieds atteints. La maladie provoque, d'autre part, une diminution sensible des matières hydrocarbonées.

c) L'USINAGE DES MANIOCS ATTEINTS DE MOSAÏQUE

Il est, après les observations ci-dessus, nécessaire de voir quelles sont les conséquences pour l'industriel des troubles provoqués par la mosaïque dans la composition du manioc.

A la féculerie d'Ambatosoratra, appartenant à la Maison E. Micouin et E. Pochard, il a été possible, au moment de la disparition de la variété du pays (période 1937-1940), de traiter séparément différents lots de 10 tonnes de manioc. Nous indiquerons les chiffres trouvés au cours des nombreuses analyses qui furent faites.

COMPOSITION DU LAIT FÉCULENT PROVENANT DE 10 TONNES DE MANIOC.

L'analyse des constituants du lait féculent extrait de 10 tonnes de manioc vert a donné en kilogrammes :

Constituants	Manioc sain adulte	Manioc adulte		Manioc d'un an	
		malade int. 4 à 4,5	malade int. 3,5 à 4	malade int. 4 à 4,5	malade int. 3,5 à 4
Matières minérales ..	47,30	58,85	26,95	66.—	54.—
Matières grasses	20,90	55,55	20,35	22.—	50,50
Matières azotées	34,65	117,15	49,50	69,50	53.—
Cellulose brute	17,60	4,40	9,35	8,50	4,50
Matières hydrocarbo- nées restantes	2.586,10	2.357,85	2.388,65	2.212,50	2.265.—

Le tableau ci-dessus traduit toujours l'abondance des matières azotées sur les maniocs malades ; la diminution des matières hydrocarbonées (glucides solubles et amidon) et de la cellulose est également sensible.

Une analyse plus étendue a montré que la teneur en glucose des maniocs sains était sensiblement plus élevée.

CONSTITUANTS RENFERMÉS DANS LES DRÈCHES ÉVACUÉES PAR L'USINAGE DE 10 TONNES DE MANIOC.

Les 9 tonnes de drèches humides libérées au cours de l'usinage de 10 tonnes de manioc renferment :

Constituants	Manioc sain	Manioc de 2 ans malade		Manioc d'un an malade	
	2 ans	Intensité 4 à 4,5	Intensité 3,5 à 4	Intensité 4 à 4,5	Intensité 3,5 à 4
Matières minérales ..	8,11	12,07	8,64	10,16	9,96
Matières grasses	3,56	5,47	4,42	1,98	3,89
Matières azotées	11,28	12,67	12,01	11,41	9,04
Cellulose	87,71	84,94	58,87	64,41	70,55
Glucides solubles et fécule	470,51	465,49	496,65	492,62	487,14

En additionnant les chiffres des deux tableaux, on reconstituera le manioc vert.

Sa composition centésimale sera :

Constituants	Manioc sain	Manioc de 2 ans malade		Manioc d'un an malade	
	2 ans	Intensité 4 à 4,5	Intensité 3,5 à 4	Intensité 4 à 4,5	Intensité 3,5 à 4
Matières minérales ..	0,554	0,709	0,355	0,761	0,640
Matières grasses	0,244	0,610	0,247	0,240	0,544
Matières azotées	0,459	1,298	0,615	0,809	0,620
Cellulose	1,053	0,893	0,682	0,729	0,750
Glucides solubles et fécule	30,566	28,233	28,853	27,091	27,521

La même constatation frappe toujours : les maniocs malades sont plus pauvres en matières hydrocarbonées. Ils sont plus riches en matières azotées et en matières grasses lorsque l'intensité d'atteinte par la mosaïque est élevée.

DÉPÔT DU LAIT FÉCULENT.

En arrivant dans les bassins, le lait féculent se sépare comme nous l'avons vu en trois couches (page 311).

L'analyse du liquide pris au moment de la décantation a donné les chiffres ci-dessous :

Constituants	Manioc sain		Manioc mosaïqué intensité 3,5	
	Eaux vertes	Eaux intermédiaires	Eaux vertes	Eaux intermédiaires
Extrait sec en gr. par litre ..	4,10	6,8	8,97	13,58
Matières minérales	0,60	0,96	1,26	1,35
Matières grasses	0,49	0,62	0,30	0,59
Matières azotées	0,60	0,49	0,80	1,17
Cellulose	0,02	0,03	0,09	0,04
Fécule et glucides solubles	2,34	4,75	7,07	10,44

Les maniocs malades demeurent donc plus chargés en fécule et autres substances solubles.

La perte, fécule et glucides solubles, pour 10 tonnes de manioc traité, atteint en kilogrammes :

Fécule et glucides solubles perdus dans les eaux de décantation	Eaux vertes	Eaux intermédiaires	Total
Maniocs malades intensité 4 à 4,5	244,4	214,7	459,1
Maniocs sains	80,9	97,7	178,6
Différence =	163,5	117.—	280,5

La fécule représente les 9/10 environ de ce total.

LAVAGE DE LA FÉCULE.

Les eaux vertes qui se trouvent au-dessus de la fécule lavée ne renferment que des traces d'amidon. On ne trouve d'ailleurs pas de différence significative entre les eaux venant des maniocs malades et celles des maniocs sains.

L'analyse des gras a donné les chiffres ci-dessous :

Constituants en grammes par litre	Manioc sain de 2 ans	Manioc malade de 2 ans	
		Intensité 4 à 4,5	Intensité 3,5 à 4
Matières minérales	2,06	3,13	2,12
Matières grasses	4,35	12,34	6,30
Matières azotées	6,68	6,82	8,12
Cellulose	2,02	2,71	2,10
Fécule et glucides solubles	250,13	258,12	250,20

Comme on le voit par le tableau ci-dessus, la composition des gras n'est pas modifiée par la mosaïque.

EXAMEN DU TAPIOCA.

Si l'on examine le produit fabriqué, on trouve la composition ci-après :

Constitution pour cent	Manioc du pays sain de 2 ans	Manioc du pays malade de 2 ans intensité 4 à 4,5
Eau	10	10
Matières minérales	0,32	0,16
Matières grasses	0,10	0,20
Matières azotées	0,18	0,45
Cellulose	traces	traces
Fécule	89,34	89,07

Les matières azotées et grasses, en quantité plus abondante dans les maniocs malades, imprègnent encore le produit fabriqué.

Les observations relevées dans les paragraphes ci-dessus montrent que la mosaïque produit sur le manioc des altérations morphologiques et chimiques provoquant aux fortes intensités une diminution sensible du rendement au champ et du rendement industriel.

D. — LA RICHESSE EN FECULE

La teneur en fécule des racines est pour tout industriel la qualité principale du manioc. Une variété pauvre donnera en effet toujours un mauvais rendement malgré un traitement rationnel.

Autrefois les industriels de Madagascar acceptaient tous les maniocs, négligeant ainsi la proportion de fécule que ces derniers pouvaient contenir. A la suite de mauvais rendements à l'usinage, la plupart d'entre eux ont institué un contrôle à l'arrivée, ce qui leur permet de classer les clients et d'éliminer ceux persistant à cultiver des variétés pauvres, donnant peut-être un bon rendement au champ, mais trop riches en eau pour l'usinage.

On verra dans les observations qui suivent comment il est possible de déterminer dans la pratique la teneur des racines en fécule.

LA CONSTANTE EAU + FECULE.

Reprenant le tableau de la page 272 (composition de la racine) et additionnant, d'une part, les quantités d'eau et fécule et, d'autre part, les matières étrangères diverses, on trouve les chiffres ci-après pour des variétés âgées de 2 ans, ayant atteint leur maturité physiologique.

N° d'ordre	Variétés	Eau + Fécule	Total matières étrangères
1	Trinidad II	94,50	5,50
2	Negrita 17	94,60	5,40
3	Criolina	94,95	5,05
4	Paloma	94,05	5,95
5	Java 12/28	93,89	6,11
6	Australia	94,65	5,35
7	Mangi	95,20	4,80
8	Fenakoho	94,90	5,10
9	Bouquet	95,—	5,—
10	Madras	94,35	5,65
11	Fotsy	94,45	5,55
12	Manioc du pays	95,—	5,—
13	I — A	95,25	4,75
14	4 — A	94,25	5,75
15	7 — A	94,55	5,45
16	A — 2	94,90	5,10
17	A — 3	94,10	5,90
18	A — 4	94,25	5,75
19	A — 9	94,80	5,20
20	A — 10	94,50	5,50
Moyenne =		94,60	5,40

Les deux sommes ci-dessus subissent de faibles variations et peuvent être tenues pour constantes. On admettra le chiffre 5,5 comme valeur des matières étrangères afin de ne pas commettre d'erreur par excès dans l'évaluation de la teneur en fécule des racines.

La proportion d'eau peut aller de 75 à 55 % pendant que la fécule passe de 19,5 à 39,5 %. Il en résulte que la quantité de manioc vert nécessaire pour produire une tonne de sec est sous la dépendance de la teneur en eau de la variété et peut varier de 1.950 à 3.500 kg., parfois davantage.

DENSITÉ DES RACINES.

Dans la constante eau + fécule, il est possible d'apprécier les variations de cette dernière en prenant la densité des racines. La fécule de densité 1,5 alourdira en effet d'autant plus la matière qu'elle sera en proportion plus grande.

La prise de densité se fera à l'aide d'une balance hydrostatique dont le modèle Reimann introduit à Madagascar donne de bons résultats.

La balance (fig. 60) est formée de deux paniers superposés, l'inférieur baignant dans l'eau. Après une pesée normale dans le panier supérieur, les racines déplacent, lorsqu'elles sont plongées dans le second, un volume que l'on mesure en pesant l'eau déplacée.

Pesons par exemple dans le panier supérieur 1 kg. de racines. En les plongeant dans l'intérieur, nous constatons que l'équilibre est rompu et qu'il faut pour le rétablir ajouter 120 grammes au plateau. Le volume de cet échantillon sera : $1.000 - 120 = 880$ cc. et sa densité : $\frac{1.000}{880} = 1,136$.

CALCUL DE LA TENEUR EN FÉCULE.

Du poids et du volume de l'échantillon de manioc ci-dessus, il faut en déduire les matières étrangères dont la densité déterminée par le laboratoire de Chimie Agricole est égale à 2,3 en moyenne.

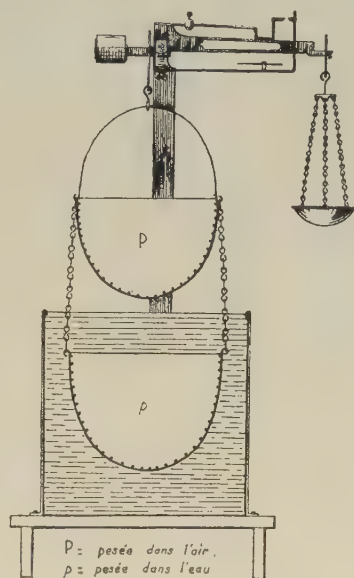


Fig. 60. — Balance de Reimann.

Les 5,5 % de ces matières, soit 55 pour 1.000, ont un volume égal à $\frac{55}{2,3} = 24$ cc.

Elles seront ainsi déduites :

	Poids en grammes	Volume en cc.
Echantillon manioc	1.000	880
Matières étrangères	55	24
Reste eau + fécule	<u>945</u>	<u>856</u>

La différence 945 — 856, soit 89, est provoquée par la fécule contenue dans les racines. Comme elle est plongée dans l'eau, son poids réel sera :

$$\begin{aligned}
 & 89 \times \frac{\text{densité fécule}}{\text{densité fécule} - \text{densité eau}} \\
 &= 89 \times \frac{1,5}{1,5 - 1} \\
 &= 89 \times 3 = 267 \text{ grammes pour mille.}
 \end{aligned}$$

On résumera les calculs de la densité et de la teneur en fécule en donnant les formules simples ci-après.

On appellera :

d = densité
 P = poids en grammes trouvé au panier supérieur
 PK = poids en kg. » »
 p = poids en grammes » inférieur
 F = fécule pour cent des racines.

$$d = \frac{p}{P - p}$$

$$d = \frac{300}{290,7 - F}$$

$$F = 290,7 - \frac{300}{d}$$

$$F = 0,30 \frac{p}{PK} - 9,3$$

Lorsque dans la dernière formule, on fait : PK = 5 (échantillon de manioc de 5 kg.), l'équation peut s'écrire :

$$F = 0,96 p - 9,3$$

La table ci-dessous donne, pour les diverses valeurs de *d*, la quantité de fécule contenue dans la racine et le rendement en fécule industrielle qu'obtiennent les industriels. Ce dernier chiffre n'est qu'approximatif.

<i>d</i>	<i>ft</i>	<i>fi</i>	<i>d</i>	<i>ft</i>	<i>fi</i>	<i>d</i>	<i>ft</i>	<i>fi</i>
1064 ..	8,8	0,34	1110 ..	20,5	13,63	1156 ..	31,2	25,78
1065 ..	9,1	0,68	1111 ..	20,7	13,85	1157 ..	31,5	26,12
1066 ..	9,3	0,90	1112 ..	21.—	14,20	1158 ..	31,7	26,35
1067 ..	9,6	1,24	1113 ..	21,2	14,42	1159 ..	31,9	26,58
1068 ..	9,9	1,59	1114 ..	21,5	14,76	1160 ..	32,1	26,80
1069 ..	10,1	1,81	1115 ..	21,7	14,99	1161 ..	32,4	27,15
1070 ..	10,4	2,15	1116 ..	21,9	15,22	1162 ..	32,6	27,37
1071 ..	10,6	2,38	1117 ..	22,2	15,56	1163 ..	32,8	27,60
1072 ..	10,9	2,78	1118 ..	22,4	15,79	1164 ..	33.—	27,83
1073 ..	11,2	3,06	1119 ..	22,7	16,13	1165 ..	33,2	28,05
1074 ..	11,4	3,29	1120 ..	22,9	16,35	1166 ..	33,5	28,40
1075 ..	11,7	3,64	1121 ..	23,1	16,58	1167 ..	33,7	28,62
1076 ..	11,9	3,86	1122 ..	23,4	16,92	1168 ..	33,9	28,85
1077 ..	12,2	4,20	1123 ..	23,6	17,15	1169 ..	34,1	29,08
1078 ..	12,5	4,54	1124 ..	23,8	17,38	1170 ..	34,3	29,30
1079 ..	12,7	4,77	1125 ..	24,1	17,72	1171 ..	34,6	29,64
1080 ..	13.—	5,11	1126 ..	24,3	17,94	1172 ..	34,8	29,87
1081 ..	13,2	5,33	1127 ..	24,6	18,28	1173 ..	35.—	30,10
1082 ..	13,5	5,68	1128 ..	24,8	18,51	1174 ..	35,2	30,33
1083 ..	13,7	5,90	1129 ..	25.—	18,74	1175 ..	35,4	30,55
1084 ..	14.—	6,24	1130 ..	25,3	19,08	1176 ..	35,6	30,78
1085 ..	14,3	6,58	1131 ..	25,5	19,31	1177 ..	35,9	31,12
1086 ..	14,5	6,81	1132 ..	25,7	19,53	1178 ..	36,1	31,35
1087 ..	14,8	7,15	1133 ..	26.—	19,88	1179 ..	36,3	31,58
1088 ..	15.—	7,38	1134 ..	26,2	20,10	1180 ..	36,5	31,80
1089 ..	15,3	7,72	1135 ..	26,4	20,33	1181 ..	36,7	32,03
1090 ..	15,5	7,95	1136 ..	26,7	20,67	1182 ..	36,9	32,26
1091 ..	15,8	8,29	1137 ..	26,9	20,90	1183 ..	37,2	32,60
1092 ..	16.—	8,52	1138 ..	27,1	21,12	1184 ..	37,4	32,83
1093 ..	16,3	8,86	1139 ..	27,4	21,47	1185 ..	37,6	33,05
1094 ..	16,5	9,08	1140 ..	27,6	21,69	1186 ..	37,8	33,28
1095 ..	16,8	9,42	1141 ..	27,8	21,92	1187 ..	38.—	33,51
1096 ..	17.—	9,65	1142 ..	28,1	22,26	1188 ..	38,2	33,73
1097 ..	17,3	9,99	1143 ..	28,3	22,49	1189 ..	38,4	33,96
1098 ..	17,5	10,22	1144 ..	28,5	22,72	1190 ..	38,6	34,19
1099 ..	17,8	10,56	1145 ..	28,7	22,94	1191 ..	38,9	34,53
1100 ..	18.—	10,79	1146 ..	29.—	23,28	1192 ..	39,1	34,76
1101 ..	18,3	11,13	1147 ..	29,2	23,51	1193 ..	39,3	34,98
1102 ..	18,5	11,36	1148 ..	29,4	23,74	1194 ..	39,5	35,21
1103 ..	18,8	11,70	1149 ..	29,7	24,08	1195 ..	39,7	35,44
1104 ..	19.—	11,92	1150 ..	29,9	24,31	1196 ..	39,9	35,67
1105 ..	19,3	12,26	1151 ..	30,1	24,53	1197 ..	40,1	35,89
1106 ..	19,5	12,49	1152 ..	30,3	24,76	1198 ..	40,3	36,12
1107 ..	19,7	12,72	1153 ..	30,6	25,10	1199 ..	40,5	36,35
1108 ..	20.—	13,06	1154 ..	30,8	25,33	1200 ..	40,7	36,57
1109 ..	20,2	13,29	1155 ..	31.—	25,56			

Ces chiffres ne s'appliquent qu'aux maniocs mûrs, c'est-à-dire âgés de 2 ans. Sur les maniocs jeunes, la proportion de matières étrangères (matières azotées notamment) s'accroît au détriment de la fécule.

DÉTERMINATION PRATIQUE DE LA DENSITÉ.

De nombreuses précautions doivent être prises afin de ne pas entacher d'erreurs les chiffres indiquant la densité. Le choix de l'échantillon prend beaucoup d'importance du fait que les petites racines sont moins denses que les grosses et que ces dernières sont souvent allégées par la présence de poches d'air intérieures.

Prise de la densité au champ.

Si sur une parcelle d'un clone déterminé, on prend la densité de 10 pieds prélevés au hasard, on trouvera approximativement les chiffres ci-après :

Nombre de pieds	1 ^{er} essai	2 ^e essai
1	1,1257	1,1333
2	1,1285	1,1277
3	1,1333	1,1304
4	1,1363	1,1359
5	1,1294	1,1344
6	1,1227	1,1219
7	1,1222	1,1357
8	1,1206	1,1176
9	1,1264	1,1372
10	1,1282	1,1250
A =	1,1273	1,1299
Ecart probable	0,00315	0,00421

Comme l'écart probable du résultat ne doit pas, dans la pratique, dépasser 0,003, il sera indispensable de prélever chaque fois 10 pieds et prendre la moyenne des résultats. L'expérience montre qu'il n'est pas indispensable de passer à la balance la totalité des racines d'un pied pour avoir un résultat exact. Il suffit d'examiner les racines moyennes d'un individu. Il faudrait d'ailleurs opérer à plusieurs reprises et additionner les résultats partiels pour les pieds volumineux pesant parfois 20 kgs.

Prise de la densité à l'usine.

Le manioc qui arrive à l'usine est livré en wagon ou en sacs. Bien souvent les variétés sont mélangées.

Pour connaître la valeur à peu près exacte de la matière première reçue, il faut prendre un échantillon de racines moyennes toutes les deux tonnes environ. Si les variétés sont mélangées, il est indispensable de prendre un échantillon tous les 500 kgs.

Il suffit, comme dans le cas précédent, de ne prélever que les racines moyennes du lot, les chiffres qu'elles exprimeront seront parfaitement représentatifs.

Précautions à prendre au cours de l'opération de prise de densité.

Afin de prendre la densité avec toute la sécurité voulue, il est nécessaire de prendre les précautions ci-après :

1°) *Sensibilité de la balance.* La balance doit réagir au moins au demi-gramme afin de ne pas avoir d'erreur instrumentale trop élevée. Les bonnes balances hydrostatiques sont sensibles au centigramme. Un poids de 0,5 grammes au plateau correspond à une pesée de 5 grammes. Pour un échantillon de 1 kg. 500, l'erreur instrumentale dans le calcul de la densité intervient alors pour 0,004. Si l'échantillon porte sur 4 kg. l'erreur se trouve réduite de moitié environ, mais elle est encore trop élevée.

2°) *Racines volumineuses.* Les racines trop grosses doivent être fendues afin de réduire les poches d'air qui se trouvent à l'intérieur et qui allègent la matière.

Les racines atteintes de pourriture normale doivent subir l'épreuve de la densité comme les saines.

3°) *Nettoyage de l'échantillon.* Une fois prélevé, chaque échantillon doit être soigneusement lavé afin d'éliminer la terre qui adhère aux racines et qui, par suite de sa forte densité, fausserait les résultats. Un trempage préalable des racines dans l'eau pendant quelques minutes facilite l'enlèvement de cette terre.

4°) *Tenir la cuve complètement remplie d'eau.* Cette cuve doit toujours être débordante. S'il n'en était pas ainsi, les supports du panier inférieur ne baignant plus que partiellement dans l'eau se trouveraient alourdis et fausseraient le résultat. Après un long service, les anses du panier supérieur ont tendance à s'allonger et, dans ce cas, la partie inférieure de ce dernier peut toucher le liquide, causant encore une erreur importante.

5°) *Le manioc doit être frais.* Au cours du séchage, la densité s'accroît d'abord par suite de l'évaporation de l'eau de l'échantillon pour diminuer lorsque l'eau est remplacée par l'air au cours d'un séchage plus prolongé. Après nettoyage, les échantillons doivent être laissés une demi-heure à l'air pour permettre à l'eau de lavage de s'évaporer dans sa plus grande partie. On peut procéder ensuite à l'examen.

6°) *Veiller à ce que tout le manioc du panier supérieur soit bien mis dans l'inférieur.* Parfois une racine mal placée peut tomber au fond de la cuve et diminuer le chiffre de la densité. D'autre part, cette racine peut bloquer par la suite le panier inférieur et fausser encore les résultats. Il faut, pour éviter cet ennui, vider de temps en temps la cuve.

7°) *Utiliser de l'eau claire.* L'eau boueuse ou imprégnée de sels est plus

lourde que l'eau ordinaire. Il faut éviter son emploi qui provoquerait une diminution du chiffre de la densité.

8°) *Il faut travailler à l'abri du vent* qui déséquilibre la balance et de la pluie qui en alourdit les organes. Les paniers doivent être maintenus propres et le curseur réglé chaque demi-journée avant la première épreuve.

9°) *Contrôle des poids.* Le latex contenu dans l'écorce des racines adhère fortement à tous les objets. Peu à peu, les poids s'en imprègnent et se trouvent alors plus lourds. Il faut demander aux peseurs de veiller sur ce point et de faire contrôler régulièrement les poids.

Densité des principales variétés cultivées.

Au moment de leur richesse optima, c'est-à-dire au cours de la deuxième saison froide et dans des conditions normales de culture, les racines ont les densités ci-après :

— Negrita 17	1,185	— Sao Pedro Preto	1,146
— Manioc du pays	1,172	— H. 34	1,146
H. 32	1,171	— Bassiorao	1,145
7 A	1,165	— Australia	1,144
H. 37	1,160	— Criolina	1,139
H. 35	1,155	— Cassave Beurrine	1,138
H. 33	1,154	— Bogor	1,136
— Java 12/28	1,151	H. 36	1,135
— Bouquet de la Réunion ...	1,150	— Ankrah	1,133
H. 31	1,148		

E. — LA PRECOCITE

Les planteurs des Plateaux estiment que, pour parfaire son développement, le manioc doit subir les effets de deux saisons des pluies. Pour cette raison, on le laisse 2 ans en terre.

Les indigènes cependant, à moyens financiers assez limités, n'attendent pas un délai aussi long ; dès qu'ils estiment que les racines sont suffisamment grosses pour être acceptées des acheteurs, ils n'hésitent pas à pratiquer l'arrachage. Les féculiers reçoivent alors des maniocs jeunes, provoquant à l'usinage des dépôts lents et incomplets.

INTÉRÊT DES VARIÉTÉS PRÉCOCES.

L'obtention de variétés arrivant à maturité physiologique au bout d'une année aurait, pour les planteurs des Plateaux, le gros avantage de ne pas laisser un capital important demeurer sous une forme passive pendant une année supplémentaire. D'autre part, cette récolte, que l'on est obligé de laisser dans le sol pour qu'elle termine son développement, est suscep-

tible d'être affectée par diverses atteintes. Les pourritures, qu'elles soient normales, provoquées ou pathogènes, se développent surtout la deuxième année ; les rongeurs deviennent aussi plus abondants, les vols plus fréquents.

L'industriel qui bénéficierait de maniocs indemnes de toute pourriture, tout en étant de bonne maturité physiologique, obtiendrait un meilleur rendement par suite de l'absence des matières fermentescibles qu'apportent les racines pourries.

MESURE DE LA PRÉCOCITÉ.

L'établissement de courbes de croissance permet de définir le moment où le manioc atteint sa période critique, c'est-à-dire celle où les gains de matière végétale ne sont plus supérieurs aux pertes.

A partir de ce moment, il n'est plus utile pour le planteur de retarder l'arrachage, car les pourritures occasionnent des pertes trop sensibles.

Mais l'industriel préfère attendre la maturité physiologique car c'est à ce moment que le grain de fécule atteint sa grosseur maxima et dépose avec le plus de facilité.

Cependant cette maturité se trouve généralement en retard sur la période critique et il appartient au sélectionneur de trouver des clones où cette période critique sera à cheval sur la maturité physiologique.

L'examen de ces deux caractères se fera en suivant les courbes de croissance et l'évolution du grain de fécule.

III. — TECHNIQUE DE L'AMÉLIORATION

Il va être indiqué dans les pages qui suivent la méthode employée à la Station Agricole de l'Alaoira pour la sélection du manioc.

Cette étude comprendra les paragraphes ci-après :

- A. — Le manioc idéal à obtenir.
- B. — Mode de création des clones.
- C. — Importance des caractères corrélatifs pour la sélection.
- D. — Premiers résultats obtenus.

A. — LE MANIOC IDEAL A OBTENIR

Pour pouvoir guider la sélection dans ses moindres détails, il est indispensable de se faire une idée aussi précise que possible de ce que doit être le manioc idéal.

a) CE QUE DOIVENT ÊTRE LES BOIS.

On sait que les bois élèvent et soutiennent les feuilles vers la lumière ; qu'ils assurent la migration vers les racines des produits élaborés et per-

mettent la régénération de la plante. D'autre part, c'est en partie grâce aux réserves contenues dans les bois que s'effectue la sortie des rameaux au moment où la plante reprend son activité. Ainsi le végétal économise ses réserves de la racine pour assurer l'alimentation de ses rameaux durant la période d'installation des feuilles.

Par contre, au moment de la récolte, le planteur doit se débarrasser des bois afin de faciliter l'arrachage et libérer le sol pour les travaux futurs. Cette opération est toujours assez coûteuse car les bois séchant très lentement, il n'est pas possible de les enfouir tout de suite, de les transporter ou de les brûler. Enfin les bois exportent plus d'éléments fertilisants que les racines (page 367).

Pour les diverses raisons ci-dessus, les bois doivent être considérés comme un mal nécessaire dont il faut éviter le développement excessif afin d'obtenir un coefficient d'utilisation satisfaisant, réduire les frais du planteur au moment de l'arrachage et enfin ne pas trop épuiser le sol.

Les bois du manioc idéal auront les caractères ci-après :

1°) à port érigé afin d'avoir un indice de vigueur élevé, pouvoir se défendre de la végétation adventice, faciliter les façons d'entretien et ne pas donner trop de graines.

2°) à mérithalles très courts afin d'avoir de nombreuses feuilles et réduire au minimum le bois inutile.

3°) ne pas être trop grêles pour pouvoir résister à la verse qui se produit souvent sur les sols trop riches en azote. Au moment du bouturage, les gros bois sont d'autre part plus résistants à la sécheresse et aux divers parasites.

4°) contenir le moins possible de fibres car celles-ci se prolongent dans la racine et la rendent ligneuse (*Calabar, Mangui*). Les clones pauvres en fibres se cassent facilement sous le choc (*Java, 12/28*).

5°) Être résistants au froid et à l'anthracnose. Chaque année, la partie terminale des bois qui, surprise par le froid, ne peut terminer son aoûtement, meurt au cours de l'hiver. L'anthracnose atteint aussi les dernières ramifications et provoque leur dessiccation.

La résistance au froid et à l'anthracnose varie selon les clones ; certains perdent au cours de l'hiver la presque totalité des bois et sont conduits à les reconstituer au cours de la saison suivante.

Aucun clone ne possède la partie aérienne idéale décrite ci-dessus. Celui qui s'en rapproche le plus est le *Bouquet de la Réunion*, qui possède des tiges d'un diamètre satisfaisant et des mérithalles très courts. L'H. 36 présente aussi les mêmes caractéristiques.

b) CE QUE DOIVENT ÊTRE LES FEUILLES.

La surface foliaire doit être active et étendue afin que l'élaboration de la matière organique soit importante.

La dernière colonne du tableau de la page 293 rend compte du travail de la surface foliaire à chaque mois de la végétation et fait ressortir une régularité d'activité pendant la période allant de février à juin.

L'examen de ce palier sur chaque clone permet de dégager les feuillages les plus actifs.

c) CE QUE DOIVENT ÊTRE LES RACINES.

Chaque pied de manioc fournit à la récolte de 4 à 10 racines en général, dont le poids varie entre quelques dizaines de grammes et quelques kilogrammes. Il y aurait avantage à n'avoir que de grosses racines qui, toutes proportions gardées, sont d'un arrachage plus facile et de manipulation plus commode et moins coûteuse.

L'idéal serait de disposer de clones à fort développement qui donneraient des racines de 10 à 20 kg., comme cela se produit sur des pieds exceptionnellement beaux. L'emballage ne serait plus alors nécessaire.

Dans les différents chapitres de ce mémoire, quelques qualités culturales et industrielles de la racine ont été examinées. On les rappellera ici en même temps que les qualités secondaires qu'elle doit posséder.

Qualités culturales.

1°) Être régulièrement réparties autour du pied pour permettre une meilleure exploration du terrain nourricier. Les clones H. 34 et H. 36 répondent le mieux à cette qualité.

2°) Les racines doivent se développer en surface et sur un seul plan, afin de réduire les risques de pourriture et faciliter l'opération de l'arrachage.

3°) Pour les mêmes raisons, elles seront courtes et coniques. Des racines longues et cylindriques sont d'extraction difficile, l'extrémité se rompt souvent et demeure dans le sol.

Qualités industrielles.

1°) Les parties souterraines doivent être sessiles car les faisceaux libéro-ligneux du pédoncule se prolongent toujours dans la pulpe, obligeant le producteur à décoller la racine sur une partie plus ou moins longue, afin de ne pas compliquer à l'usine le travail des râpes.

2°) Contenir le moins possible de cellulose. Dans la pulpe normale, il existe de 1 à 1,5 % de cette matière (page 272) qui forme la trame où s'emmagasinent les cellules gorgées de fécule. Une élévation de la teneur

en cellulose a de fâcheux effets ; ce corps enrobe alors trop fortement les grains de matière amylacée qui demeurent emprisonnés dans les cellules au moment du râpage et sont perdus avec les drèches.

3°) La matière première doit contenir le moins possible de matières grasses et azotées qui s'opposent à la sédimentation du grain de fécule (page 316).

4°) Les racines doivent être de densité élevée, afin d'éviter la manipulation inutile de trop grandes quantités d'eau. D'autre part, dans les maniocs pauvres, il y a, par rapport à la fécule, une proportion plus élevée de substances étrangères (cellulose, matières grasses et azotées).

5°) Ne pas porter de pourriture (page 322).

6°) Si pour l'usinage il n'y a pas d'inconvénient à utiliser des maniocs riches en acide cyanhydrique, il faut, pour la consommation, disposer de clones pauvres en manihotoxine (page 272). Au cours de la préparation du manioc sec, au moment où les racines sont séchées à l'air libre, une partie de l'acide cyanhydrique s'élimine, mais il demeure toujours une petite quantité de ce composé dans les bouchons ou les cossettes. La loi n'autorise la vente du manioc sec que s'il renferme une proportion d'acide cyanhydrique inférieure à 20 milligrammes pour 100 grammes de produit préparé.

7°) Il faut enfin veiller à diminuer le pourcentage de grains de fécule ayant un diamètre inférieur à 6 microns qui précipitent toujours mal dans les dépôts (page 316).

B. — MODE DE CREATION DES CLONES

La Station Agricole de l'Alaotra a rassemblé les différents clones de manioc poussant à Madagascar, ainsi que les principales variétés d'Asie, d'Afrique et d'Océanie.

L'observation de ces clones pendant une quinzaine d'années a permis de connaître leurs qualités et de trouver pour chacun d'eux le terrain qui leur convenait.

Mais ces clones ne cumulaient pas suffisamment de qualités, ceux résistants aux pourritures étaient pauvres en fécule ; les variétés riches en matières hydrocarbonées ne montraient pas assez de résistance à la mosaïque.

De tout le matériel reçu, les clones venus de Java étaient les plus intéressants et ils prirent dans les cultures une place prépondérante. Cependant, malgré leur fort rendement, leur résistance satisfaisante à la mosaïque et aux pourritures, ces clones soulevaient les reproches des usiniers, en raison de leur trop faible teneur en fécule.

Il fallait donc tenter, par des semis ou des croisements, de réunir sur un même individu les qualités portées par des clones différents.

SEMIS DE GRAINES AUTOFECONDEES

L'impureté des clones peut être mise à profit pour obtenir de nouvelles lignées.

Lorsque les individus autofécondés sont des hybrides de première génération, la descendance très hétérogène livre au sélectionneur un matériel varié. Si des lignées présentent des différences avantageuses sur le type mère, elles seront immédiatement multipliées.

D'autres fois, l'autofécondation se produit sur des individus presque « purs » ; dans ce cas, les lignées filles de grande ressemblance offrent peu d'intérêt pour la sélection.

Dans la majorité des cas, le semis de graines autofécondées ne donne qu'un nombre relativement restreint de clones intéressants. Les travaux d'observation et d'élimination sur un matériel ainsi créé sont considérables par rapport au résultat obtenu.

Il est donc préférable de recourir au système normal d'hybridation d'un avenir plus sûr et, en définitive, moins coûteux.

IMPORTANCE DU CHOIX DES PARENTS

En raison de l'impureté des clones, il n'est pas possible de prévoir avec précision le résultat d'un croisement ; l'expérience montre seulement que les lignées filles restent dans leur ensemble imprégnées des caractères des parents.

Cette constatation a particulièrement été mise en évidence en ce qui concerne la résistance à la mosaïque. Des croisements entre divers clones de l'espèce *utilissima* ont en effet donné les résultats ci-après :

CROISEMENT ENTRE VARIÉTÉS SENSIBLES A LA MOSAÏQUE.

1°) *Manioc du Pays* $\times$ 1 B :

Sur 177 clones obtenus, l'intensité d'attaque par la mosaïque était après 2 multiplications :

Nombre de clones	Intensité d'atteinte
10	5
13	4,5
41	4
60	3,5
26	3
7	2,5
4	2
2	1
14	sains
177	

2°) 1 B $\times$ 1 B :

Les 35 clones obtenus et suivis pendant 2 multiplications ont donné :

Nombre de clones	Intensité d'atteinte
3	4,5
5	4
12	3
8	2
2	1
5	sains
35	

CROISEMENT ENTRE VARIÉTÉS RÉSISTANTES.

1°) 7 A $\times$ 10 A :

Sur les 62 clones obtenus, les constatations ci-après ont été faites après 3 multiplications en milieu infesté.

Nombre de clones	Intensité d'atteinte
0	4,5
0	4
4	3
9	2
7	1
42	sains
62	

2°) 7 A $\times$ Mangui :

Dans les mêmes conditions, 41 clones étudiés ont donné :

Nombre de clones	Intensité d'atteinte
0	4,5
0	4
0	3
6	2
9	1
26	sains
41	

3°) *Criolina* × *Criolina* :

Sur 1.219 clones suivis, on a obtenu après 2 multiplications :

Nombre de clones	Intensité d'atteinte
4	4
46	3
45	2
77	1
1.047	sains
1.219	

CROISEMENT ENTRE CLONES RÉSISTANTS ET CLONES SENSIBLES.

1°) 7 A × 1 B :

207 clones observés en milieu contaminé ont donné, après 2 multiplications :

Nombre de clones	Intensité d'atteinte
13	4,5
36	4
40	3
37	2
48	1
33	sains
207	

2°) *Manioc du Pays* × *Australia* :

Les 65 clones obtenus ont donné, après 2 multiplications :

Nombre de clones	Intensité d'atteinte
4	4,5
12	4
13	3
8	2
15	1
13	sains
65	

L'examen des chiffres ci-dessus permet d'écrire :

1° Les lignées filles de variétés sensibles sont également sensibles à la mosaïque.

2° La descendance de maniocs résistants est elle-même résistante.

3° Le croisement d'une variété sensible avec une variété résistante donne des clones de résistance variable.

4° Le fait que tous les états intermédiaires d'intensité existent lorsqu'on croise une variété sensible avec un clone peu atteint, montre que la résistance à la mosaïque est due à de nombreux facteurs.

AUTRES FACTEURS DU RENDEMENT.

Nous savons aussi que les variétés riches en fécule fournissent une proportion élevée de clones à forte densité.

Une certaine transmission des facteurs de résistance aux pourritures existe, de même que la transmission de la précocité.

Le rendement semble être la résultante de facteurs particulièrement nombreux et la transmission héréditaire de ce caractère, tout en étant marquée, demeure la moins accusée.

En définitive, un choix judicieux des parents sera capital pour obtenir des résultats rapides et marquants.

Les nombreuses observations effectuées à la Station Agricole de l'Alao-tra permettent de recommander les clones ci-après pour les croisements.

Caractère à transmettre	Clones à androcée stérile à n'utiliser que comme pied mère	Clones ayant les 2 sexes fertiles
Rendement	Java 12/28; H. 32; Bouquet — Bogor	Sao Pedro; Cassave Beurrine
Richesse en fécule	Nakasoga; Manioc du Pays	Negrita 17; H. 37
Résistance à la mosaïque .	H. 36	Australia, Criolina
Résistance aux pourritures	Bouquet de la Réunion Java 12/28	H. 38 — H. 34
Précocité	H. 31 — H. 32	Bogor.

TECHNIQUE DU CROISEMENT

Il sera décrit ci-dessous le système utilisé à la Station Agricole de l'Alao-tra pour l'obtention de quantités importantes de graines hybrides.

PRÉPARATION D'UN CARRÉ D'HYBRIDATION.

Chaque année, au mois d'octobre, un carré d'hybridation est préparé pour fournir deux récoltes de graines.

Pour éviter l'encapuchonnement des pieds mères, toujours difficile à réaliser et souvent incomplet par suite du fort développement pris par les plantes, on choisira dans un endroit isolé une parcelle de terre assez grande pour permettre la production d'une quantité suffisante de graines.

L'isolement ne sera satisfaisant que si la parcelle se trouve au moins à 500 mètres de toute plantation de manioc. Son étendue se déterminera

d'après les qualités fructifères des pieds mères et l'importance des graines à obtenir. Le *Criolina* ne donne pas plus de 10.000 graines à l'hectare, tandis que l'H. 32 peut en fournir 50.000.

Les pieds mères seront bouturés à une distance un peu supérieure à celle des plantations ordinaires, de façon à permettre le passage facile des hybrideurs.

Le carré d'hybridation peut être constitué par une ou plusieurs variétés mères.

CASTRATION.

L'idéal serait de n'avoir dans le carré d'hybridation que des clones à fleurs mâles stériles (page 260) qui n'auraient pas besoin de subir l'émasculature. Mais pour les clones fertiles, la castration est indispensable. Il faut suivre tous les matins chaque pied et procéder à l'ablation de la partie mâle des inflorescences apparues. Cette opération doit être faite avec beaucoup de minutie, car une fleur mâle oubliée suffit à autoféconder de nombreux ovaires et à provoquer des croisements illégitimes si le carré d'hybridation est constitué de pieds mères différents.

FÉCONDATION.

Au fur et à mesure de leur ouverture, les fleurs femelles doivent être fécondées par le pollen du géniteur mâle. Le travail se fait le matin, au moment où les fleurs s'épanouissent.

Les agents chargés de la pollinisation prennent dans les collections quelques fleurs staminées du géniteur mâle en voie d'ouverture. Dès que la température atteint 20°, les anthères éclatent et l'opérateur n'a plus qu'à appliquer légèrement cette fleur mâle sur chacun des ovaires épanouis des pieds mères. Par suite de son caractère gluant, le pollen adhère au stigmate et la fécondation des trois ovules que contient l'ovaire se trouve assurée dans la quasi-totalité des cas.

Peu après la fécondation, le fruit grossit rapidement et atteint sa taille normale au bout d'un mois environ.

RÉCOLTE.

Le fruit demeure vert brillant pendant quatre mois encore, période où s'effectue la maturation. Au moment où celle-ci se termine, l'enveloppe du fruit se dessèche, se fend sur les lignes de suture des carpelles et la capsule éclate à la première journée chaude.

A la période de complète maturité les observateurs doivent passer fréquemment dans le champ des pieds mères, car la phase de la déhiscence est très courte. Un fruit vert brillant peut, en trois jours, libérer ses grains.

Pour éviter cette perte, les opérateurs ont parfois tendance à récolter les fruits trop tôt et n'attendent pas qu'ils aient perdu leur aspect brillant ; dans ce cas, les graines insuffisamment mûres ne germent pas.

SEMIS DES GRAINES HYBRIDES

La tigelle de manioc, très fragile, ne perce pas le sol si une croûte existe en surface. D'autre part, le collet est très sensible aux pourritures. Pour que la levée puisse s'effectuer dans de bonnes conditions, il est nécessaire de faire le semis sur sol sableux sain, non fumé.

Les mois de septembre et octobre conviennent le mieux à cette opération. Les graines se stratifient ainsi quelques semaines et germent plus régulièrement au cours des pluies de novembre. Si l'on ne sème qu'au moment des pluies, il est bon de régulariser la levée des graines en trempant celles-ci pendant une heure dans une solution de HCl à 2 %.

Les graines sont semées en rangs distants de 0 m. 50 et chacune est séparée sur la ligne par un intervalle de 10 cm. Elles sont recouvertes de 3 cm. environ de terre.

La levée est toujours irrégulière ; elle commence au bout de trois semaines et s'étend sur une période de quatre mois. Sur les hybrides de *Glaziovii* ou de *Pringlei*, le temps de germination peut s'étendre sur quinze mois.

Au moment de la germination, les nettoyages doivent être fréquents et très soignés, afin de ne pas rompre les tigelles qui ne seraient pas encore apparues à la surface du sol. Le drainage du terrain doit être parfaitement assuré de façon, qu'en aucun moment, l'eau ne stagne sur le sol.

Dans les meilleures conditions, le pourcentage de graines germées ne dépasse jamais 50 %. Lorsque de fortes pluies battent le sol et qu'une croûte se forme en surface, la proportion de graines germées atteint à peine 10 %. Les meilleurs résultats s'obtiennent par des semis en pots sur terre légère.

Tous les cinq rangs, on intercale une ligne d'une variété atteinte de mosaïque, afin de faciliter la contamination des nouvelles lignées et de juger au plus vite de leur résistance.

PREMIERE ANNEE DE CROISSANCE

Au cours de la saison pluvieuse, les jeunes plantes se développent rapidement et atteignent 1 à 2 mètres au moment où elles entrent dans leur période de sommeil. Au cours de cette première période d'activité, on procédera à quelques éliminations. Tous les individus déjà atteints par la mosaïque ne seront pas bouturés. On éliminera également les sujets à entrenœuds très longs, caractéristique d'un coefficient d'utilisation toujours inférieur.

Les lignées demeurées trop chétives ne seront bouturées qu'au bout de deux ans. Il faut toujours les conserver, car leur rendement est parfois excellent.

PREMIERE MULTIPLICATION

Sur sol très homogène, non fumé, pour diminuer les causes d'irrégularités, on procède au cours du mois d'octobre à la première multiplication des hybrides ; chacun étant propagé par bouture en cinq exemplaires.

Comme pour les semis, on intercale toutes les cinq lignes un rang d'une variété atteinte par la mosaïque, afin que la contamination soit la plus rapide possible.

Au bout de six mois de croissance, lorsque les plantes sont en pleine activité, on inscrit sur un registre conçu à cet effet l'aspect de chaque organe. Une observation analogue se fait au cours de la deuxième année.

Les registres en service à la Station Agricole de l'Alaotra portent les indications ci-après :

REGISTRE D'OBSERVATION AU CHAMP — Clone n°..... Année

BOIS.

Jeunes feuilles :
Imprégnation :
Rameau :
Couleur tiges 1 an :
2 ans :
Branches :
Port :
Gourmands :
Œil-Emergence :
Couleur :
Stipules :
Entre-nœuds : longueur :
cannelures :
angle :
Côtes :

ORGANES DE REPRODUCTION.

Inflorescences :
Fleur femelle :
Sépales : Forme :
Couleur :
Torus :
Pistil : Ailes : type :
couleur :
Corps :
Stigmate :
Staminodes :
Fleur mâle :
Fertilité :
Fruit :
Renflement pédonculaire :

FEUILLES.

Pétiole : Type :
Angle :
Couleur :
Ombilic foliaire : Pubescence :
Dimensions :
Forme :
Lobes : Nombre :
Forme :
Ornementation :
Couleur : supérieur :
inférieur :
Nervures :
Sinus basilaire :
Velum : type :
port :
ornementation :

RACINE.

Attache :
Longueur :
Diamètre :
Forme :
Nombre :
Liège :
Phelloderme :
Pulpe :
HCN :

MOSAÏQUE :

POURRITURES :

PRECOCITE :

Deux observateurs passent dans le champ et examinent une à une les diverses lignées. Chaque caractère est observé, et pendant que l'un dicte le chiffre du type affecté au caractère étudié, l'autre inscrit le renseignement.

Cette façon d'opérer est plus rapide que l'observation individuelle.

ARRACHAGE DES CLONES DE PREMIÈRE MULTIPLICATION.

L'arrachage se fait la deuxième année de culture au cours de la saison froide. Afin de pouvoir observer les clones au moment de la période de richesse optima, il faut commencer l'analyse vers le 20 juillet pour la terminer à la fin du mois d'août. Cette opération se fait comme suit :

Un spécialiste passe sur le terrain et fait pour chaque clone une double étiquette en roseau. Une équipe d'arracheurs suit, chargée de déraciner les plantes en portant le moins d'atteinte possible aux racines. L'idéal est de laisser le pied de manioc intact sur le sol.

Vient ensuite une équipe d'observateurs qui complète d'abord les indications portées sur le « Registre des observations au champ ». Certains caractères en effet, comme ceux que porte la racine, ne peuvent être appréciés qu'au moment de l'arrachage.

Le chef de la sélection qui accompagne cette équipe d'observateurs décide, en tenant compte des renseignements portés sur le registre et sur ses observations personnelles, si le clone présente quelque intérêt ou s'il doit être abandonné. Il élimine toutes les lignées atteintes de mosaïque ou de pourriture et celles ayant un rendement trop faible en apparence.

Souvent aussi il fera appel aux caractères corrélatifs (page 355) pour éliminer rapidement les clones qui n'ont pas les qualités requises pour atteindre le but désiré.

Les clones conservés sont portés sur le lieu de pesage et subissent la série des opérations prévues sur le « Registre de Laboratoire ». Des spécialistes séparent les racines, les lavent et procèdent à la prise de densité à l'aide d'une balance de Reimann (page 335). D'un autre côté, les bois sont sectionnés, pesés, étiquetés et conservés sous abri en vue d'une multiplication éventuelle.

Une racine de chaque clone est aussi portée en laboratoire afin de procéder à l'examen des grains de féculé.

Le registre de laboratoire est ainsi libellé :

Numéro des pieds	Racines			Bois	Feuilles	Relation
	P	p	d	P	P	Bois Racines
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Moyenne :

Grain de fécule : A = Dév. standard.....

Dès que les arrachages sont terminés et les calculs du registre de laboratoire clos, le chef de la sélection doit :

- 1° Choisir les clones susceptibles d'entrer en deuxième multiplication.
- 2° Entrer en collection les clones porteurs d'un caractère remarquable.

Il ne doit conserver pour la deuxième multiplication que des clones dotés des qualités ci-après :

- ne pas porter de traces de mosaïque ou de pourriture ;
- racines sessiles ou peu pédonculées, peu ligneuses, bien réparties, coniques, peu nombreuses ;
- densité au moins égale à 1,160 ;
- rendement par pied atteignant au moins 10 kg.

Il s'agit là de qualités primordiales que la plante devra toujours posséder quel que soit le lieu où elle sera cultivée.

Par contre, il ne faut pas encore tenir compte de l'indice de vigueur ou du coefficient d'utilisation, car les nouveaux clones, cultivés sur un sol et dans des conditions données, ne se trouvent pas forcément dans leur milieu écologique. Quelques-uns ne donnent en première multiplication que des résultats moyens, mais peuvent se montrer très intéressants dans un autre milieu.

Il y a lieu de noter que sur ces hybrides de première génération, se trouvent rassemblés les facteurs dominants où s'inscrivent les caractères de vigueur. Ces clones sont donc particulièrement développés. Cette vigueur s'atténuera au cours des premières multiplications.

A la Station Agricole de l'Alaotra, le nombre de clones conservés pour la deuxième multiplication ne dépasse pas 1 %.

DEUXIEME MULTIPLICATION

Les boutures des clones retenus sont plantées à $1,5 \times 1,5$ ou même $1,5 \times 2$ si le sol est riche afin que les pieds ne se gênent pas dans leur développement et permettre ainsi la mesure la plus exacte possible de l'indice de vigueur. On bouture généralement 30 pieds de chaque clone, mais si l'un d'entre eux se montre nettement supérieur, on bouturera tous ses bois.

Une ligne d'une variété porteuse de mosaïque traversera chaque carré. Sur chaque clone, on aura ainsi quelques pieds porteurs du mal, ce qui permettra une épreuve définitive. Les clones atteints aux intensités 1 et 2 seront conservés. Ceux atteints à l'intensité 3 ne seront gardés que s'ils portent par ailleurs des avantages bien marqués.

On procédera à un arrachage de 5 pieds la première année à la fin du mois d'août et l'année suivante à trois arrachages en juillet, août et septembre, de façon à saisir le moment de la plus grande teneur en fécule.

On mesurera la surface occupée par chaque individu, de façon à pouvoir préciser l'indice de vigueur. A ce sujet, la matière sèche sera déterminée en partant du poids, en vert, des bois ; ceux-ci, à deux ans, étant considérés comme renfermant 72 % d'eau. Dans la racine, le poids des matières étrangères atteint 5,5 %.

TROISIEME MULTIPLICATION

On ne garde pour la troisième multiplication que les clones dont les qualités premières se sont confirmées au cours de la deuxième multiplication. La proportion de clones ainsi conservés ne dépasse pas 50 %.

La troisième multiplication se fera sur 200 pieds au moins, de façon à pouvoir procéder dès le sixième mois à un arrachage mensuel portant sur 10 pieds et établir alors les courbes de croissance.

Il n'est pas nécessaire d'intercaler des variétés témoins, car la plupart des clones en étude ne se trouvent pas dans le milieu qui leur convient ou dans des conditions de culture optima ; les comparaisons ne pourraient donc pas donner leur plein effet.

On tiendra surtout compte du comportement des nouveaux clones envers les pourritures, la richesse en fécule, la régularité du rendement et les qualités de la racine.

L'indice végétatif et le coefficient d'utilisation seront notés à chaque arrachage, ce qui permettra par la suite une meilleure distribution géographique des clones sélectionnés.

Généralement, 50 à 80 % des clones conservés après la deuxième multiplication subissent avec succès les épreuves du troisième bouturage.

ESSAIS REGIONAUX

Après la troisième multiplication, les nouveaux clones sont répartis dans diverses parcelles d'essai des champs régionaux et chez quelques planteurs.

Les clones à indice de vigueur élevé et à faible coefficient d'utilisation sont réservés pour les sols pauvres ou les altitudes élevées. Les variétés à fort coefficient d'utilisation seront essayées dans les essais de culture intensive.

Tous ces essais se feront en comparaison avec les variétés ayant donné jusque-là les meilleurs résultats. On utilisera au moins deux variétés témoins ; une à rendement élevé servant à apprécier ce caractère, l'autre à forte densité. Le clone en observation devra cumuler les avantages des deux témoins.

On s'apercevra alors que certains clones ne sont pas dans le milieu qui leur convient. Quelques-uns ayant pris un développement exagéré (C. V. inférieur à 45) devront être placés sur des sols plus pauvres ou à une plus grande altitude. Par contre, ceux qui ont un faible développement, devront être essayés en sol plus bas ou plus riche (voir page 365, Adaptation de la variété au sol).

Après cette première multiplication régionale, on fera de plus en plus appel aux planteurs pour apprécier les mérites des nouveaux clones. En les comparant avec les variétés qu'ils cultivent déjà, ils pourront mieux préciser leur valeur, reconnaître les sols qu'ils préfèrent et les conditions de culture les mieux appropriées.

C. — IMPORTANCE DES CARACTERES CORRELATIFS POUR LA SELECTION

Depuis 1944, la Station de l'Alaotra suit tous les ans quelques milliers de clones obtenus à la suite de croisements. 28.000 étaient examinés à la fin de 1948.

L'examen des divers registres de sélection a permis de dégager quelques caractères corrélatifs de grande portée pour la classification et la sélection des variétés.

Les caractères étudiés se rapportent à la couleur des organes et ont surtout été examinés dans leur comportement envers la mosaïque.

LES CARACTERES EN LIAISON AVEC LA MOSAÏQUE

Il sera indiqué, dans les pages ci-après, les résultats trouvés au cours des nombreux pointages effectués pendant les années 1945 à 1947.

Les chiffres s'appliquent aux clones examinés pendant leur première

multiplication (voir page 352). On sait qu'ils se contaminent d'autant plus vite qu'ils sont plus sensibles à la mosaïque.

COULEUR DES POUSSES.

Les pousses peuvent prendre quatre couleurs différentes (page 208).

	Types de couleurs			
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
Nombre de clones examinés :				
1945	43	852	437	258
1946	506	2.730	3,833	535
1947	46	1.315	244	99
Pourcentage de pieds malades :				
1945	34,8	35,3	27,2	23,2
1946	50	31,2	13,3	12,3
1947	25	35,9	25	19,6

COULEUR DES RAMEAUX.

La teinte qu'ils portent peut appartenir à l'un des types indiqués à la page 210.

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8
Nombre de clones examinés :								
en 1945	1.002	128	314	119	42	20	3	5
1946	1.450	653	1.614	1.218	861	1.102	935	271
1947	1.667	242	996	747	577	683	310	122
Pourcentage des pieds malades :								
en 1945	32,2	44,5	22,9	23,5	40,4	30	33,3	40
1946	15,8	17,1	25	24,7	32	33	16,4	18,4
1947	26	27,6	39,2	31,8	32,2	36	30,9	19,6

COULEUR DES BOIS.

Au cours de la deuxième année, ils peuvent appartenir à quatre types (page 212).

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
Nombre de clones examinés :				
en 1945	1.058	299	73	203
1946	3.131	2.738	739	1.396
1947	2.255	977	847	1.298
Pourcentage de mosaïque :				
en 1945	30,9	26,4	34,2	36,9
1946	24,3	17,2	38,9	25,8
1947	30,2	26,7	36,1	34,5

COULEUR DU PÉTIOLE.

Huit types ont été définis (page 235).

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8
Nombre de clones examinés :								
en 1945	634	44	174	199	130	172	170	10
1946	173	134	500	312	686	2.724	3.112	298
1947	760	61	400	220	437	1.715	1.331	388
Pourcentage de mosaïque :								
en 1945	33,5	29,5	49,4	26,6	26,1	33,1	26,4	25
1946	26,5	19,3	21	18,9	24,7	25,8	22,8	22,4
1947	25,6	27,8	33,2	26,8	27,2	34,2	34,7	26,5

COULEUR DU PÉRIANTHE.

L'extérieur et l'intérieur du périanthe peuvent appartenir à l'un des quatre types définis à la page 257.

	Intérieur périanthe				Extérieur périanthe			
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
Nombre de clones examinés :								
en 1945	284	765	247	45	266	1.009	63	3
1946	1.629	2.566	1.054	194	1.515	3.786	128	3
1947	440	1.471	801	127	268	2.191	354	36
Pourcentage de mosaïque :								
en 1945	35,5	32,4	28,8	26,6	39,4	30,2	14,2	33,3
1946	29,3	26,3	28	36	27	28,3	28,1	0
1947	29,7	27,9	24,4	14,9	20,8	28,1	21,7	19,4

COULEUR DES DIVERSES PARTIES DE LA FLEUR (voir pages 257 à 260).

	Torus		Ailes		Stigmate		Fertilité de l'androcée	
	Type 1	Type 2	Type 1	Type 2	Type 1	Type 2	Type 1	Type 2
Nombre de clones examinés :								
en 1945	148	1.193	290	1.051	1.161	180	1.214	122
1946	662	4.790	1.803	3.639	5.120	322	4.520	922
1947	68	2.771	463	2.376	2.676	183	2.346	483
Pourcentage de mosaïque :								
en 1945	34,4	30,9	40	28,9	33,2	7,7	30,8	36,2
1946	27,3	27,9	31,4	35,4	29,1	7,6	26,9	32,9
1947	17,6	26,8	27,8	26,4	37,6	11,1	25,4	33,1

COULEUR DES ÉCORCES DE LA RACINE ET AMERTUME DE LA PULPE.

	Liège (p. 270)		Phelloderme (p. 271)		Pulpe (p. 272)	
	Type 1	Type 2	Type 1	Type 2	Douce	Amère
Nombre de clones examinés :						
en 1945	1.362	271	1.384	249		
1946	2.899	5.105	6.074	1.939		
1947	2.928	2.450	3.978	1.391	3.691	1.187
Pourcentage de mosaïque :						
en 1945	28,7	42	33	19,6		
1946	17,7	26,7	32,3	20,7		
1947	27,5	36,3	33,3	26,9	32,9	30,9

La teneur des racines en HCN n'a pas été dosée ; les observateurs ont simplement noté si, au goût, la racine paraissait amère ou douce.

Tenant compte de l'erreur probable des résultats, l'examen des tableaux ci-dessus attire les remarques suivantes :

1° Les clones à stigmate du type 2 (stigmate rouge) se trouvent beaucoup moins atteints par la mosaïque que ceux à stigmate blanc. Pour cette raison, on les a séparés dans la classification en une section constituant le point de départ d'un groupe d'individus résistants à la mosaïque.

2° La coloration du stigmate entraînant celle du phelloderme de la racine et des pousses, il s'ensuit que les clones à phelloderme coloré (type 2) ou à pousses colorées du type 4 sont aussi moins atteints par la mosaïque.

3° Les clones ayant des racines à liège gris (type 1) et à androcée fertile (type 1) sont aussi moins atteints que les autres.

4° Si la sélection est nettement dirigée vers la résistance à la mosaïque, il ne faudra conserver que des clones à stigmate rouge, à liège gris et à androcée fertile.

AUTRES CORRELATIONS :

Des pointages aussi complets n'ont pu être effectués en regard des divers facteurs du rendement. Néanmoins, au sujet des pourritures, les chiffres ci-après ont été trouvés.

COULEUR DU LIÈGE DES RACINES.

Origine des clones	Nombre de clones examinés	Pourcentage de pieds atteints de pourriture	
		Liège du type 1	Liège du type 2
n. 5 × n. 5	1.494	63,2	28,2
Singapoor × Singapoor	259	61,7	48,8
Australia × Australia	169	71,8	52,9

COULEUR DES BOIS DE DEUX ANS.

Origine des clones	Nombre de clones examinés	Pourcentage de pieds atteints de pourriture			
		Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
n. 5 × n. 5	1.500	61,8	66,6	28,5	40.
Singapoor × Singapoor	261	67,5	62,2	47,5	22,2

Il semble donc que les clones ayant un liège noir (type 2) et des bois colorés (type 3 et type 4) soient plus résistants à la pourriture. Par contre, les clones ayant les pétioles complètement colorés (type 7 et type 8) semblent plus sensibles.

En ce qui concerne le rendement, il n'a pas été possible de trouver de liaisons sérieuses avec les divers caractères de la plante, sauf en ce qui concerne les clones à androcée stérile qui ont tous un coefficient d'utilisation meilleur.

La densité a été trouvée en liaison avec le caractère pétiole court ou feuille sessile.

On conçoit toute l'importance que peut avoir pour la sélection la recherche des caractères corrélatifs qui permettent d'éliminer, souvent peu après la sortie des tigelles, un pourcentage important (parfois 99 %) des lignées. On évite ainsi de suivre et de manipuler un matériel sans avenir et il devient possible de porter tout l'effort sur les clones intéressants.

D. — PREMIERS RESULTATS OBTENUS

Au moment où la mosaïque du manioc faisait ses ravages, on chercha parmi les variétés locales ou introduites les clones susceptibles de résister à la maladie. Il fallait aller au plus vite pour enrayer le mal.

A la faveur de cette situation, la Station de l'Alaotra établit de 1935 à 1939 une importante collection, renfermant la presque totalité des variétés plantées à Madagascar et de nombreux clones reçus de La Réunion, Maurice, Java, Indochine et Afrique. Ce matériel devait permettre, par la suite, la réalisation de nombreux croisements entre divers clones de l'espèce *utilissima* ou entre celle-ci, le *Glaziovii* et le *Pringlei*.

a) CROISEMENTS ENTRE CLONES DE L'ESPECE UTILISSIMA

Avant d'entrer dans le détail des croisements effectués, on donnera quelques renseignements sur les principales variétés méritantes qui, tour à tour, ont été appréciées des planteurs. Ces renseignements sont donnés sous forme d'une note allant de 0 à 10. Celle-ci est d'autant plus élevée que le caractère se trouve plus renforcé et est valable pour des clones cultivés dans les mêmes conditions sur terres moyennes à la Station Agricole de l'Alaotra.

Désignation du clone	N° d'ordre à la Station	Indice de vigueur	Coef. d'utili- sation	Densité	Résistances		Préco- cité	Origine
Nakasoga	1	6	3	6	2	3	3	Tanganiyka
Bouquet Réunion ..	8	3	8	7	6	3	0	Réunion
Lemerle	17	3	6	6	2	1	1	Maurice
Trinidad	18	2	3	6	3	0	4	Java
Negrita 17	22	2	3	9	3	0	4	—
Australia	24	4	4	5	5	8	4	—
Sao Pedro Preto ..	26	4	7	4	1	3	5	—
Criolina	27	7	3	5	1	8	1	—
Cassave Beurrine ..	28	6	5	4	5	4	3	—
Bassiorao	31	7	5	4	2	5	3	—
Bogor	32	6	6	4	2	5	4	—
Aipi Valenca	34	4	4	5	3	6	4	—
Singapoor 6/29	37	5	3	4	3	4	4	—
Java 12/28	38	3	6	6	6	4	6	—
Tapicura	39	6	5	4	4	6	3	—
Tsimatindrano	45	5	5	3	5	2	5	Diego Suarez
Tongobintsy	47	6	4	3	3	3	4	—
Manioc du pays ...	54	5	4	7	2	0	3	Majunga
Madras	55	8	2	2	2	3	2	—
Kapaika	61	6	3	2	2	3	4	Morondava
Menalaingo	63	6	3	3	3	3	4	Tulear
Fotsy	64	5	3	3	5	3	2	—
Kazahasabory	69	7	2	2	1	4	1	Fort Dauphin
Mangaroa	70	6	3	3	3	4	3	—
Madras	80	8	2	2	2	3	3	Tamatave
Maitsohely	115	7	2	3	3	3	4	Fianarantsoa
7 A	136	4	3	6	4	6	6	Nanisana
1 B	144	6	4	4	5	4	4	—
H. 31		3	8	5	5	5	7	—
H. 32		6	7	7	6	3	6	—
H. 33		8	4	4	4	4	3	—
H. 34		6	6	5	6	6	4	—
H. 35		6	6	6	6	6	5	—
H. 36		2	8	3	4	6	1	—
H. 37		7	6	6	6	4	3	—
H. 38		5	5	5	8	5	4	—
Glaziovii		9	0	0	9	9	1	—
Pringlei		8	0	0	9	10	2	—

On voit que les variétés malgaches ont un fort indice de vigueur et un coefficient d'utilisation faible ; il faut donc les réserver pour les sols pauvres ou la culture primitive.

Les variétés de Java n'ont pas le même comportement. Elles possèdent en général une ou deux qualités bien prononcées et, à côté, un ou deux défauts assez accusés : le *Sao Pedro Preto* par exemple, qui a été si en faveur vers 1938, en raison de son expression de rendement élevée, ne résiste ni aux pourritures, ni à la mosaïque ; le *Bogor*, également à fort rendement, est de faible densité et très sensible aux pourritures.

AMÉLIORATION DES VARIÉTÉS DE JAVA.

Les premiers travaux d'amélioration portèrent sur les variétés de Java. On essaya de corriger leurs défauts en les hybridant avec d'autres clones de Java ou des variétés malgaches convenablement choisies.

On peut citer parmi les principaux croisements effectués :

1 — *Sao Pedro Preto* $\times$ *Australia* exécuté dans le but d'augmenter la résistance à la mosaïque et aux pourritures du *Sao Pedro Preto*. L'hybride 34 (H. 34) descend de ce croisement.

2 — *7 A* $\times$ *Criolina*. On cherchait dans ce croisement une variété intermédiaire entre ces deux clones, c'est-à-dire un *Criolina* plus résistant aux pourritures et plus précoce. De cette hybridation est né l'hybride 33 qui répond assez bien au résultat voulu.

3 — *7 A* $\times$ *Sao Pedro Preto*. L'hybridation a été effectuée dans le but d'accroître la résistance à la mosaïque, aux pourritures, et d'améliorer la densité du *Sao Pedro*.

4 — *Manioc du pays* $\times$ *Criolina*. On pensait, dans cette hybridation, accroître la densité du *Criolina* ou trouver des clones portant les caractères du manioc du pays, mais résistants à la mosaïque. On n'obtint pas de résultat intéressant, les lignées filles ressemblant aux types parentaux.

5 — *Manioc du pays* $\times$ *Sao Pedro Preto*. Aucun des hybrides obtenus ne s'est montré suffisamment résistant à la mosaïque.

Le *Kazahasabora* et le *Tsimatindrano* furent croisés avec le *Sao Pedro Preto* et le *Criolina*, mais les descendants manquèrent de résistance à la mosaïque.

D'autres hybridations furent tentées, et notamment avec le *Negrta* 17, de très forte densité (1,185). Les quelques descendants obtenus disparurent sous les effets de la mosaïque, en même temps d'ailleurs que la variété mère, et il ne fut pas possible de renouveler les essais.

Le *Trinidad* disparut avant d'avoir pu donner des hybrides.

L'H. 33 s'est beaucoup répandu dans les cultures indigènes, où malgré des soins d'entretien toujours incomplets, il arrive, en raison de sa vigueur, à recouvrir le sol et à fournir un rendement intéressant.

L'H. 34 convient pour des sols plus riches ou mieux entretenus, sa bonne résistance aux pourritures et à la mosaïque, sa vigueur et son rendement élevés permettent sa culture sur les sols bas comme sur les terres élevées.

A côté des sélections effectuées à la Station, il faut signaler celles que fit M. Monclin, Directeur de la Compagnie Générale à Vohidiala au Lac Alaotra.

Ayant planté dans un jardin quelques variétés de Java, et notamment du *Criolina* et du *Sao Pedro Preto*, il constata qu'une culture de manioc du

pays (variété stérile), située tout autour, portait des graines. La proportion de fruits diminuait au fur et à mesure qu'on s'éloignait du jardin et devenait nulle à partir de 300 mètres.

M. Monclin sema ces graines hybrides et obtint de nombreuses lignées dont beaucoup durent être abandonnées par suite de leur faible résistance à la mosaïque, fait normal, puisque l'un des parents était très sensible à ce mal. Néanmoins, il demeura quelques clones fort intéressants et notamment : V. 12 ; V. 28 ; V. 35 ; V. 43 ; V. 46 ; V. 47 ; V. 62 ; P. 46 ; P. 66 ; P. 95 ; L. 52 ; L. 68 ; L. 92.

CRÉATION DE CLONES POUR LA CULTURE INTENSIVE.

L'amélioration des variétés de Java n'était qu'un premier pas vers une sélection plus importante. La mosaïque vaincue, il fallait pour la culture moderne trouver des clones à coefficient d'utilisation élevé, de forte densité et résistants aux diverses pourritures, et notamment à la pourriture par asphyxie, pour permettre de descendre la culture du manioc sur les alluvions basses et fertiles.

a) Semis de graines autofécondées.

Au début, le semis de graines autofécondées a été essayé.

Le *Criolina* et le *Sao Pedro Preto* ont fourni plusieurs milliers de lignées peu différentes les unes des autres et aucune ne s'est révélée supérieure aux pieds mères.

Par contre, la descendance du *Singapoor* a été excessivement variée et a fourni des clones d'avenir. Parmi eux, le n° 225 (qui est devenu l'H. 31) et le n° 228 se sont montrés d'un grand intérêt par suite de leur coefficient d'utilisation élevé et leur résistance à la pourriture. L'H. 31 commence à se répandre sur les zones à culture intensive.

La descendance du *Cassave Beurrine* a aussi été intéressante et quelques clones ont été conservés pour servir dans des croisements futurs.

Les nombreux semis de graines de variétés malgaches n'ont rien donné.

b) Croisements.

1 — *Bouquet de la Réunion* × *divers utilissima*. Le *Bouquet de la Réunion*, d'excellent coefficient d'utilisation, de bonne densité et de résistance aux pourritures élevée, était tout désigné pour servir de base à des croisements ; mais ce clone a l'inconvénient de ne fleurir que rarement et la production de graines demeure toujours insignifiante. D'autre part, comme l'androcée est stérile, il n'est pas possible de l'utiliser comme géniteur mâle.

Les divers croisements essayés n'ont pas encore donné de résultat intéressant.

2 — *Java* × *Singapoor*. De cette hybridation est sorti l'hybride 32 (H. 32), variété un peu sensible à la mosaïque mais de bonne vigueur, à coefficient d'utilisation élevé, de forte densité et de résistance éprouvée aux pourritures. L'H. 32 convient pour les sols riches et moyens.

3 — *H. 33* × *Sao Pedro Preto*. Ce croisement a fourni l'hybride 35, particulièrement résistant à la mosaïque et d'un bon rendement. Il est suffisamment vigoureux pour pouvoir être cultivé sur les terres de colline.

4 — *Java* × (*Sao Pedro Preto* × *Australia*). Cette hybridation a donné l'hybride 36 qui rappelle le *Bouquet de la Réunion* par suite de son coefficient d'utilisation très élevé. Il se caractérise par son port en boule et ses feuilles à angle basilaire inférieur à 180°.

5 — *Nakasoga* × *H. 33*. L'hybride 37 qui en est résulté semble cumuler à un degré assez important les qualités que doit avoir un manioc idéal. On peut lui reprocher une sensibilité trop grande à la mosaïque.

6 — *Australia* × *Singapoor*. L'hybride 38 issu de ce croisement semble être le clone le plus résistant aux pourritures.

7 — Parmi les croisements dont les résultats sont en cours, on peut citer : *Java* × *H. 33* ; *Cassave Beurrine* × *H. 33* ; *Nakasoga* par divers *utilissima* qui ont fourni une descendance où les types à forte densité dominant ; *H. 32* × *H. 35* ; *H. 36* × *35* ; *H. 31* × *H. 37* ; *H. 31* × *Bassiorao* ; *H. 32* × *Bogor*, etc..., etc...

S'appuyant sur les caractères corrélatifs, un groupe de clones à stigmat rouge a été constitué afin de travailler à l'abri de la mosaïque. Des croisements ont déjà été effectués dans tous les sens, mais il reste encore beaucoup à faire, car il semble difficile d'associer le caractère stigmat rouge avec la résistance aux pourritures et une faible teneur en acide cyanhydrique.

D'autre part, ce n'est qu'en 1948 que sont apparus, dans le groupe des stigmates rouges, deux clones à androcée stérile.

b) CROISEMENTS INTERSPECIFIQUES

Les hybridations ont été effectuées dans les 3 sens ci-après :

- *utilissima* × *Glaziovii* et inversement.
- *utilissima* × *Pringlei* et inversement.
- *Glaziovii* × *Pringlei*.

1) LES HYBRIDES ENTRE UTILISSIMA ET GLAZIOVII.

Le *Manihot Glaziovii* est une espèce vivace, pouvant atteindre en dix ans 8 mètres de hauteur ; à racines ligneuses ne contenant que quelques petits grains de fécula ; indemne de mosaïque à l'état naturel, mais attrapant le mal par greffage et le conservant. Ses tiges laticifères donnent un excellent caoutchouc.

En dehors de ses racines ligneuses résistantes à l'humidité, cette espèce se caractérise par ses feuilles à lobes arrondis du type 5 et ses fruits dépourvus d'ailes.

Sa vigueur, sa résistance à la pourriture par asphyxie et à la mosaïque, ses feuilles de grande surface sont des caractères que le sélectionneur pourra fixer en utilisant cette espèce dans les croisements.

Il existe de nombreux hybrides naturels entre *utilissima* et *Glaziovii*, les indigènes en cultivent quelques pieds autour des villages, dont ils utilisent les jeunes feuilles comme légume vert.

Des croisements effectués à la Station montrent la dominance des caractères du *Glaziovii* et la nécessité de procéder à des ennoblislements successifs pour fixer les caractères féculents de l'*utilissima*.

Les hybrides *Glaziovii* × *Criolina* ne semblent rien avoir de ce dernier, si ce n'est que des pétioles plus rouges et l'intérieur du périanthe un peu plus coloré. Ces hybrides sont fertiles et leur descendance a montré un net retour aux types parentaux.

Le *Glaziovii* × *Criolina*, fécondé par le *Sao Pedro Preto*, a fourni des formes ayant encore presque tout conservé du *Glaziovii*; cependant, les racines sont déjà un peu plus grosses; la disjonction n'a pas donné de sujets intéressants.

Le pollen de ce précédent hybride a servi à féconder le *Java 12/28*; les caractères de l'*utilissima* ont commencé à s'affirmer; les lobes sont devenus moins larges, le port moins élevé, le système racinaire plus trapu. Des différences assez sensibles existent entre les divers individus qui, presque tous, portent des ailes sur le fruit.

Quelques-uns de ces individus ont été fécondés par du *Nakasoga*; on a obtenu des types rappelant assez complètement l'*utilissima*. Le système racinaire demeure cependant très chargé en cellulose; la mosaïque a atteint quelques plantes. Des ailes normales existent sur tous les fruits. La proportion d'individus à feuilles sessiles (comme le *Nakasoga*) atteint 15 % environ.

Le diamètre des grains de fécule peut permettre de préciser l'état d'avancement de ces perfectionnements successifs. Sur le *Glaziovii*, les grains n'ont en moyenne qu'un diamètre égal à 6 microns. Ce diamètre passe successivement à 7, 8,5, 10 et 12,5 pour les clones les plus favorisés. A ce 4^e ennoblement en effet, les clones « les plus en retard » ne portent des grains que de 8 microns de diamètre.

L'introduction du *Glaziovii* dans l'amélioration des *utilissima* n'a pas encore fourni de résultat pratique, mais des améliorations n'en subsistent pas moins. Pour une même quantité de matière sèche, la surface foliaire se trouve augmentée. D'un autre côté, la vigueur s'est accrue, ainsi que la résistance à la mosaïque et aux pourritures.

2) LES HYBRIDES ENTRE UTILISSIMA ET PRINGLEI.

Le *Manihot Pringlei* est aussi une espèce vivace, mais prenant un développement plus faible que le *Glaziovii*. C'est l'espèce la plus résistante à la mosaïque, puisqu'elle s'affranchit du mal que lui a transmis le greffage sur un sujet malade.

Le *Manihot Pringlei* se caractérise par ses rameaux à 8 sillons (au lieu de 5 sur *utilissima* et *Glaziovii*, voir page 227), ses feuilles à 9-11 lobes dont chacun porte une double échancrure à l'extrémité et ses fruits dépourvus d'ailes. Les racines très ligneuses résistent à l'humidité et renferment quelques grains de fécule dont le diamètre n'excède pas 5 microns.

Le croisement avec les *utilissima* a été essayé dans le but d'accroître la résistance à la mosaïque de ces derniers, leur résistance aux pourritures et leur vigueur.

Les hybrides de première génération sont plus vigoureux que les parents ; quel que soit le sens du croisement, le caractère 8 sillons est toujours dominant. Le feuillage, par contre, rappelle l'un ou l'autre parent. Dans tous les cas, les inflorescences sont normalement développées, l'androcée est fertile, mais jamais les graines n'arrivent à nouer.

Il n'a donc pas été possible jusqu'ici de procéder à des semis de graines autofécondées ni de pousser plus loin l'ennoblissement de ces premiers hybrides. Des traitements à la colchicine sont en cours.

3) LES HYBRIDES ENTRE GLAZIOVII ET PRINGLEI.

Les hybridations entre *utilissima* et *Pringlei* étant tombées dans une impasse, on a essayé de croiser d'abord le *Pringlei* avec le *Glaziovii* et d'utiliser ensuite le nouvel hybride au perfectionnement des *utilissima*.

Des croisements ont donc été effectués dans les deux sens ; le caractère 8 sillons domine toujours ainsi que le nombre élevé de lobes mais, comme dans les croisements *utilissima* $\times$ *Pringlei*, aucune graine ne s'est formée jusqu'ici, l'androcée est pourtant fertile.

IV. — CONSEILS AUX PLANTEURS

Cette étude sur le manioc se terminera par des renseignements d'ordre cultural. Il n'est pas question de préciser ici le détail des divers travaux que nécessite la culture de cette plante ; on insistera seulement sur les principaux points sur lesquels repose la réussite de la culture intensive.

ADAPTATION DE LA VARIÉTÉ AU SOL

Au fur et à mesure que le climat devient propice à la végétation ou que la richesse du sol s'accroît, le manioc augmente le développement des bois au détriment des racines (page 296).

Il faut donc, à chaque circonstance et par un choix judicieux de la variété, maintenir l'équilibre qui doit exister entre les deux parties principales de la plante. Plus les conditions de culture s'améliorent, et plus on doit employer des clones à coefficient d'utilisation élevé.

L'emploi de l'H. 31 sur sol pauvre ou de l'H. 33 sur sol riche conduit dans le premier cas à une végétation très rabougrie et dans le deuxième, à un enchevêtrement impénétrable de bois. Dans les deux conditions, le rendement est faible.

On peut estimer qu'un manioc se développe dans des conditions rationnelles lorsqu'à la récolte le coefficient d'utilisation varie entre 50 et 55 %. Dans la pratique, on peut déterminer le coefficient d'utilisation d'une façon assez précise en divisant le poids de la fécule totale contenue dans la racine (page 336) multiplié par 100, par le poids total de la plante obtenu en additionnant :

- le poids de la fécule,
- le poids des matières étrangères de la racine, soit :
poids total $\times$ 0,055
- le poids des bois supposés anhydres, soit :
poids total en vert $\times$ 0,280.

On opère sur 10 pieds moyens.

L'exemple suivant est pris sur le *Criolina* :

- poids des racines de 10 pieds : 60 kgr.
- poids des bois : 80 kgr.
- densité des racines : 1,150.
- Fécule en kgr. (page 337) = $\frac{29,9 \times 60}{100} = 17 \text{ kgr. } 940$
- Matières étrangères de la racine :
60 $\times$ 0,055 = 3 kgr. 300
- Poids des bois anhydres : 80 $\times$ 0,280 = 22 kgr. 400
- Poids total de la plante = 43 kgr. 640
- Coefficient d'utilisation approximatif :
$$\frac{17,940 \times 100}{43,640} = 41,10$$

Ce coefficient d'utilisation trop bas montre que le *Criolina* n'a pas travaillé dans de bonnes conditions ; se trouvant sur un sol trop riche, il a fourni beaucoup de bois et pas assez de fécule.

Tenant compte des observations contenues dans le tableau de la page 296, le planteur devra abandonner le *Criolina* et essayer le *Bouquet de la Réunion*, le *Sao Pedro Preto*, H. 32 ou H. 35.

Dans le cas contraire, lorsque le terrain est trop pauvre, les individus demeurent rabougris et la teneur en fécule descend au-dessous de la moyenne. L'indice végétatif (page 294) se trouve particulièrement bas. Il faut alors utiliser des clones de plus grande vigueur à coefficient d'utilisation assez faible.

On verra plus loin (page 371) d'autres raisons de diminution de la teneur en fécule des racines.

FAIRE UN SOL PROPICE A LA CULTURE INTENSIVE

La culture intensive n'est possible que sur une terre profonde. On a vu à la page 286 que les racines de manioc sont traçantes mais que des radicales plus ou moins verticales s'enfoncent dans le sous-sol et peuvent atteindre un mètre lorsqu'elles en ont la possibilité. Le manioc s'alimente donc à la fois en surface et en profondeur et c'est sur cette nourriture par les couches inférieures qu'il faut compter pour assurer le surcroît de rendement provoqué par la culture intensive. Une alimentation superficielle ne serait pas suffisante pour atteindre un fort rendement.

Une terre profonde a par ailleurs l'avantage d'être très saine et de réduire les pourritures par asphyxie. L'eau de pluie, au lieu de stagner immédiatement au-dessous des racines, ce qui se produit lorsque la semelle de labour ne se trouve qu'à 25 cm., continue sa pénétration en sol profond, laissant une zone saine au-dessous des racines gorgées de fécule.

Le *Sao Pedro Preto*, très sensible à la pourriture par asphyxie, ne pourrit pas sur terre basse au cours des pluies si le terrain a été défoncé à 40 cm.

Mais ce n'est pas en labourant ainsi et en apportant une fumure équilibrée que l'on obtiendra du premier coup 50 tonnes à l'hectare. Le premier labour profond va forcément remonter un sous-sol plus ou moins pauvre, faiblement pourvu en matière organique qui, même mélangé aux fumures, n'aura pas encore la texture et la composition voulue pour permettre une croissance idéale de la plante. Ce ne sera qu'après plusieurs années de culture rationnelle que le sol propice à la culture intensive se sera créé.

RESTITUTION DES ELEMENTS EXPORTES

Une récolte de 50 tonnes de racines portée par 40 tonnes de bois enlève au sol les éléments fertilisants ci-après en kgr. par hectare.

	Racines	Bois	Total
— Azote	85	200	285
— Acide phosphorique	62	70	132
— Potasse	280	180	460
— Chaux	75	150	225

Ces chiffres varient selon les variétés ; c'est ainsi que le manioc du pays a des racines plus pauvres en azote et en chaux alors que les bois en sont plus riches ; le *Bouquet de la Réunion* a des bois mieux pourvus en potasse. Néanmoins, les chiffres sont suffisamment précis pour permettre d'apprécier l'importance du problème de la restitution des éléments exportés.

Il n'est pas tenu compte des éléments contenus dans les feuilles puisque celles-ci retournent toujours au sol.

L'enrichissement du terrain peut s'opérer de 4 façons :

1) INCORPORATION DES BOIS AU SOL.

La constitution d'une plantation de manioc nécessite une à deux tonnes de bois à l'hectare. Il demeure donc sur le terrain après l'arrachage et le prélèvement des boutures, la presque totalité des bois que les indigènes utilisent souvent pour les besoins du ménage.

Les chiffres du tableau ci-dessus montrent que les bois exportent plus d'éléments fertilisants que les racines et font ressortir l'intérêt qu'il y a à les incorporer dans la terre.

On ne peut pratiquer cette opération qu'après deux ou trois mois de séchage, car des bois non complètement secs repousseraient après leur enfouissement. On facilitera le travail de séchage et de recouvrement en disposant les bois en lignes et en les écrasant avec une débroussailleuse ou les roues d'un tracteur.

2) EMPLOI D'ENGRAIS VERTS.

La pratique des engrais verts s'est déjà répandue à Madagascar et très souvent deux cultures successives de manioc se trouvent séparées par une plantation de légumineuses améliorantes.

L'engrais vert est semé en octobre-novembre, avant les pluies. S'il est à évolution rapide (*Vohem*), on le recouvre 5 mois après environ, ce qui permet de procéder à une nouvelle plantation de manioc au cours de la saison froide suivante.

Lorsqu'il est à poussée lente (*Crotalaria*), on ne l'enfouit qu'après 18 mois de croissance.

Le tableau ci-dessous donne la composition chimique du *Desmodium heterophyllum* et la quantité d'éléments fertilisants apportés par 15 tonnes de matière verte de cette plante à l'hectare.

Composition pour mille		Eléments fertilisants en kgr contenus dans 15 tonnes de matière verte
Eau	800	
Azote	6	90
Acide phosphorique	1,2	18
Potasse	5	75
Chaux	4	60

Les chiffres trouvés pour le *Desmodium* sont pratiquement valables pour les autres légumineuses.

L'engrais vert apporte donc au sol une quantité appréciable d'éléments utiles. Cependant ces éléments, à l'exception de l'azote, sont prélevés dans le sol qui s'appauvrit ainsi pour nourrir les légumineuses. Mais en fait, il s'agit surtout d'éléments qui auraient été entraînés par les pluies dans les couches profondes du sol. L'engrais vert s'est donc nourri de ces éléments en partie perdus et il va, au cours de sa décomposition, les restituer lentement à la plante cultivée.

D'autre part, l'engrais vert apporte au sol l'humus indispensable au maintien de la fertilité, corps qui présente la particularité de se consumer très vite dans les sols tropicaux.

On utilise plus particulièrement comme engrais vert :

Sur la côte Ouest : le *Dolichos Lablab* ; le *Cajanus indicus* (ambrevade) ; le *Canavalia ensiformis* (pois sabre) ; le *Mucuna utilis* (poids mascate) ;

Dans la région du Lac Alaotra et de Moramanga : *Crotalaria uniflora* ; *Vigna Catjang* (Vohem) et quelquefois des *Phaseolus*.

Il y aurait intérêt à propager, dans toutes les régions, les *Crotalaria* vigoureux, à port érigé, d'enfouissement facile comme : *C. Juncea*, *C. anagyroides*.

3) LE FUMIER DE FERME.

De tous temps, les planteurs ont remarqué les bons effets du fumier de ferme.

Les planteurs de Madagascar n'en produisent pas tous. Beaucoup trop encore se contentent de prélever dans les parcs de plein air les brousses séchées et triturées par les pieds des animaux. Ce fumier concentré par le soleil ne renferme pas plus de 10 % d'eau au cours de la saison sèche. Dans ces conditions, il se trouve trois fois plus riche environ que le fumier ordinaire, mais il faut noter que dans des conditions aussi peu rationnelles de fabrication, un Bœuf ne donne pas plus de 200 à 300 kg. de fumier par an, alors que le même animal en fournirait 5 tonnes s'il était placé dans une bouverie en rentrant du pâturage.

La composition du fumier de ferme est approximativement la suivante pour mille :

	Fumier de bouverie	Fumier de parc de plein air
Eau	750	100
Azote	4	15
Acide phosphorique	2,5	7,5
Potasse	6	10
Chaux	3,5	14

En plus de l'humus, un apport de 20 tonnes de fumier de bouverie apporte au sol, en kg. :

— Azote	:	80 kg.
— Acide phosphorique	:	50 kg.
— Potasse	:	120 kg.
— Chaux	:	70 kg.

4) ENGRAIS CHIMIQUES.

Les engrais chimiques ne doivent constituer qu'une fumure d'appoint et on utilisera principalement les engrais phosphatés, car les engrais verts et le fumier sont mal pourvus en phosphore. D'autre part, l'acide phosphorique concourt au maintien de la densité des racines.

Mais il faut remarquer que les sols de Madagascar sont tous plus ou moins latéritiques et ces terres, par suite de la présence en grande quantité de sels de fer, fixent très vite le phosphore des engrais sous une forme irréversible. Il est donc perdu pour la culture.

On remédie à cet inconvénient en semant l'engrais en poquets autour de la bouture ou en le distribuant en galettes. Ce mode d'épandage le protège mieux des éléments latéritiques qu'une dispersion dans toute la terre, mais il est préférable d'utiliser des phosphates naturels que l'on met à digérer dans le fumier au fur et à mesure du montage du tas. Il se forme ainsi un humophosphate toujours très assimilable.

Les essais d'engrais potassiques n'ont pas jusqu'ici donné de résultats substantiels parce que les sols malgaches sont généralement bien pourvus en potasse. On ne saurait donc conseiller leur emploi que sur une petite échelle.

CHOIX DE LA FUMURE.

Les observations ci-dessus permettront au planteur de résoudre les divers problèmes qu'il rencontrera.

Selon que les bois sont enlevés ou qu'ils retournent partiellement ou en totalité dans la terre, on peut conseiller :

Les bois sont enlevés	Les bois reviennent au sol	
	partiellement	en totalité
engrais vert	engrais vert	engrais vert
fumier de bouverie 40 t.	fumier de bouve- rie 20 t.	fumier de bouve- rie 10 t.
phosphate naturel 300 kg.	phosphate naturel 300 kg.	phosphate naturel 300 kg.

Le retour partiel des bois au sol est le cas le plus fréquent en raison de l'emploi comme combustible par les indigènes des tiges et des grosses branches. D'autre part, une partie des bois est parfois brûlée sur place

lorsque l'on n'a pas le temps d'attendre la fin du séchage pour leur incorporation dans le sol.

Il n'est pas nécessaire d'apporter des phosphates solubles (phosphate bicalcique par exemple) toujours très chers ; les phosphates naturels (genre agrophos ou guano de Juan de Nova) donnent les mêmes résultats lorsqu'ils sont mis en digestion dans le fumier.

Au moment de la mise en valeur d'un domaine, il est bon de fournir au sol plus d'éléments que les récoltes n'en enlèvent, de façon à créer au plus vite le milieu convenable à la culture intensive.

PRODUIRE DES RECOLTES DE BONNE QUALITE

Par bonne qualité, on entend l'obtention de racines riches en fécule appréciées des industriels.

On a vu (page 340) que la teneur en fécule était un caractère variétal ; il faut donc choisir en premier lieu des clones riches en matière amylacée. Mais ce caractère variétal est assez fragile ; l'appauvrissement du sol, une alimentation hyperazotée peuvent réduire la proportion de fécule dans les racines à un taux particulièrement bas ; les racines peuvent parfois flotter. Il appartiendra au planteur, non seulement d'empêcher cette baisse de densité, mais de la relever à la suite d'une culture rationnelle.

Les remarques suivantes peuvent être faites au sujet de la densité :

a) VARIATION SAISONNIÈRE.

Il a été montré à la page 292 et par le graphique n° 55 que c'était au cours de l'hiver que les parties souterraines renfermaient le plus de fécule. Le graphique n° 61, en faisant ressortir la variation annuelle de la densité, précise mieux l'époque où doit s'effectuer l'arrachage. Pour les maniocs d'un an, cette opération ne doit se faire qu'en août ou mieux en septembre. Pour ceux de deux ans, le meilleur moment se situe de juillet à septembre, mais comme il est nécessaire d'alimenter les usines dès le mois de juin, il faudra disposer pour cette période de variétés hâtives comme *Java 12/28*, H. 31, H. 32.

Les arrachages de mai sont très préjudiciables, car la racine n'a pas encore atteint tout son volume ; ces maniocs perdent en quantité et qualité. D'autre part, en mai, le grain de fécule n'ayant pas encore atteint toute sa grosseur (page 306), les dépôts à l'usine sont lents et incomplets (page 316).

b) ACTION DU TERRAIN.

Les terrains neufs donnent toujours une bonne densité, mais celle-ci diminue au fur et à mesure de l'épuisement de la terre, à moins de procéder au maintien de la fertilité (page 367). Pour la même raison, sur les

terres sableuses, les densités sont toujours plus faibles que sur les autres sols.

c) ACTION DES DIVERS ÉLÉMENTS FERTILISANTS.

On constate que les densités les plus élevées se rencontrent sur les sols riches en acide phosphorique. Des expériences portant sur une dizaine d'années ont montré sur le domaine de Marovitsika, que par l'emploi d'en-

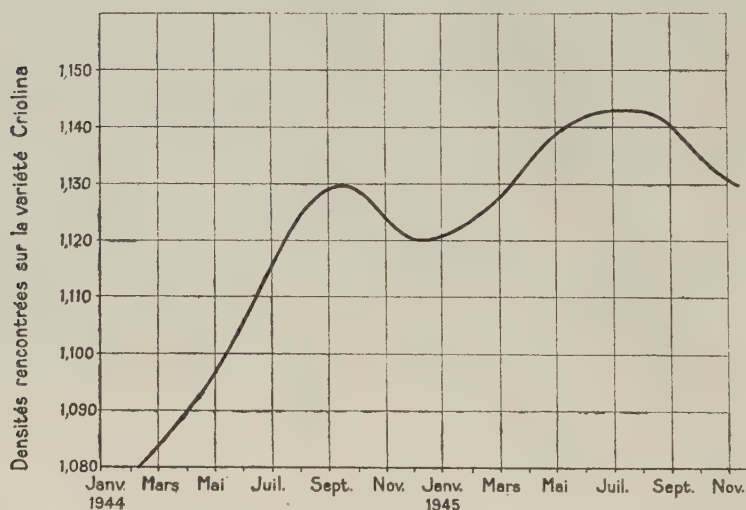


Fig. 61.

grais phosphatés (poudre d'os en particulier), on pouvait porter la densité du *Bouquet de la Réunion* de 1,150 à 1,165. C'est à la lumière de ces faits que nous conseillons l'utilisation d'une fumure phosphatée excédentaire.

V. — RESUME — CONCLUSION

CONFUSION ACTUELLE DANS LA DÉNOMINATION DES MANIOCS.

Madagascar ne renferme pas moins de trois cents variétés de manioc provenant d'introductions diverses ou de semis naturels.

Ces variétés se caractérisent par leur ressemblance (conséquence des semis naturels) et l'importance des variations morphologiques que produisent des modifications de milieu.

De ces deux traits principaux découlent deux conséquences :

1° Les indigènes qui possèdent un esprit d'observation assez développé et qui ont l'habitude de désigner les choses, surtout les plantes, par un caractère saillant, ont créé des synonymies dans la désignation des maniocs puisque les caractères marquants se retrouvent sur plusieurs variétés.

Les *fotsy* présentent par exemple des analogies dans la couleur des rameaux, mais ils ont un port ou des systèmes radiculaires différents.

2° Les auteurs anciens, examinant des plantes ayant poussé dans des conditions écologiques diverses, ont désigné sous des appellations différentes des individus appartenant au même clone.

C'est ainsi que CHATEL et COLSON publient dans leur ouvrage de 1906 deux photographies, l'une de la variété *Camanioc*, l'autre du *soso*. En réalité, ces deux individus appartiennent au même clone, le premier a poussé sur sol riche, le deuxième sur terre pauvre.

Plus récemment, en 1932, REGNAUDIN, d'après le dessin qu'il en donne, semble vouloir indiquer que le manioc amer a une écorce beaucoup plus foncée que celle des maniocs doux. Pourtant, de nombreux clones à écorce noire, comme l'*Ankrah*, sont doux, tandis que des maniocs comme l'H. 31 à écorce grise sont amers.

Cette division de l'espèce *utilissima*, en maniocs doux et amers, ne repose pas sur une base solide du fait que tous les maniocs renferment de l'acide cyanhydrique et que, pour une même variété, la proportion de ce corps subit d'importantes variations. La teneur augmente avec les difficultés de croissance ; un manioc doux en culture normale peut devenir amer si la teneur en eau s'accroît ou si la sécheresse ralentit la végétation. La teneur en acide cyanhydrique augmente, d'autre part, avec l'altitude. Elle est aussi plus élevée en hiver.

Des différences existent cependant et les indigènes n'ont pas manqué de les relever. Ils apprécient pour la consommation 1 B, *Cassave Beurrine*, *Ankrah*, *Australia*. Par contre, le *Criolina*, le *Sao Pedro*, les hybrides 31 et 34 sont particulièrement amers.

Les maniocs amers présentent un intérêt dans les régions boisées, où les Sangliers abondent : en effet, ces animaux ne s'attaquent qu'aux racines de maniocs doux ; et, pour la même raison, les plantations de maniocs amers en bordure des chemins n'attirent pas les maraudeurs.

L'impossibilité d'identification des clones a été à la base de bien des erreurs. Des planteurs ont parfois fait venir à grands frais des boutures d'un manioc qu'ils possédaient déjà. A d'autres moments, ils n'ont pas reçu la variété qu'ils attendaient. En France, en 1949, un essai important sur l'emploi de la farine de manioc a dû être abandonné, car il n'a pas été possible de définir la variété utilisée et on n'a pas pu la retrouver ensuite.

ESSAI DE CLASSIFICATION RATIONNELLE.

Pour essayer de trouver les bases d'une classification rationnelle, les différents clones plantés à Madagascar, et la plupart des variétés connues en Afrique, Asie et Océanie ont été réunis à la Station Agricole de l'Alaoatra.

Ce qui frappe d'abord lorsqu'on examine le manioc, c'est l'abondance, la netteté des caractères de couleur. Parmi eux, ceux qui sont soustraits à l'action de la lumière, intérieur de la fleur, écorce des racines, présentent un intérêt particulier en raison de leur fixité. Ils ne sont pas altérés par l'action des facteurs extérieurs aussi importantes que soient les variations. La couleur du stigmatte présente notamment une grande valeur pour l'établissement d'une classification susceptible de diviser l'espèce en groupes naturels.

Du point de vue morphologique, les clones à stigmatte rouge sont à fort développement, presque toujours à androcée fertile ; les jeunes pousses, le phelloderme des bois et des racines sont colorés. Du côté physiologique, les clones offrent une résistance à la mosaïque trois à quatre fois plus élevée que ceux à stigmatte blanc, mais ils ont l'inconvénient d'avoir des racines sensibles aux pourritures et riches en HCN. La première section de la classification a été établie sur ce caractère du stigmatte.

En dehors des couleurs, le manioc présente des caractères morphologiques fixes qui sont aussi de grand intérêt. L'aspect sessile ou brépépétiolé des feuilles a permis d'isoler une deuxième section assez homogène composée de clones à port érigé, parfois cylindrique à racines de densité élevée.

La troisième section, celle des clones à androcée stérile, constitue aussi un groupe assez naturel. Leur végétation aérienne généralement réduite permet sur terre riche d'obtenir un bon coefficient d'utilisation. Les hybrides 31, 32 et 36 appartiennent à cette section.

LES CARACTÈRES FLUCTUANTS.

Mais un des traits particuliers du manioc est de porter des caractères fluctuants très apparents ; de là vient la confusion faite par certains auteurs anciens ainsi que nous l'avons déjà souligné. Ces caractères fluctuants reflètent les conditions de croissance et leur examen permet de définir l'état de vigueur et de santé des individus.

La richesse du sol, ainsi que toutes les conditions favorables au développement, avancent la division de la tige qui porte ainsi moins de nœuds et augmentent le nombre des gourmands. La plante s'étale et son port devient plus rampant. Par contre, l'augmentation de la longueur des méristhales sur les branches primaires est un indice de souffrance assez net faisant ressortir une plantation à contre-époque ou une carence dans l'alimentation.

Sur la feuille, le nombre de lobes traduit aussi l'état d'activité des individus. Cependant, selon la variété considérée, la fluctuation est plus ou moins importante. Sur le H. 36 par exemple, le nombre moyen de lobes par feuille varie de 5,09 en été, à 4,95 en hiver, tandis que sur l'H. 32 planté dans les mêmes conditions, ce nombre oscille entre 7,32 et 5,62. Pour ce même clone, le nombre de lobes peut atteindre 8,5 en été en sol riche contre 4,8 en sol pauvre.

Nos premières observations semblent montrer que les clones très fluctuants comme l'H. 32 réagissent mieux que les autres aux méthodes rationnelles de travail du sol ; ils obéiraient mieux en particulier à l'action des engrais ; leur culture serait en définitive plus rentable.

LE DÉVELOPPEMENT DU MANIOC.

Afin de pouvoir préciser les besoins du manioc, connaître ses périodes critiques, son développement a été observé en détail pendant plusieurs années en prélevant des échantillons tous les jours ou toutes les quinzaines.

On constate que les diverses phases du développement s'imbriquent la première année, alors qu'elles se séparent la deuxième. Ceci a une grande importance pratique.

La première année, l'accumulation de fécule commence en effet alors que les racines, le système foliaire et les bois sont en plein développement. C'est ainsi qu'au 1^{er} janvier, trois mois à peine après la plantation, 12 % des matières élaborées sont déjà utilisées à la formation de réserves. L'activité végétative ne s'arrête pas complètement en hiver, une partie du feuillage subsiste.

Au début de la deuxième année de croissance, la plante installe d'abord son système foliaire. Aux 1^{er} novembre et 1^{er} décembre, la totalité des substances élaborées sont utilisées à la formation des feuilles. Le développement des bois suit et l'accumulation de fécule ne commence que lorsque le système foliaire est complètement installé.

Dès la fin de l'été, le feuillage disparaît en totalité ; la période de sommeil est particulièrement tranchée et l'état de repos des plantes plus complet.

La teneur en amidon des racines atteint son maximum et le grain de fécule son plus fort diamètre, tandis que la proportion de substances étrangères est la moins élevée. Là se trouve l'explication des plus faibles rendements obtenus par les usines situées dans des régions chaudes qui traitent des maniocs jeunes. Les individus arrachés au bout de quinze ou dix-huit mois atteignent bien le développement de ceux des Hauts plateaux à deux ans, mais ils ne sont pas assez mûrs ; le grain de fécule n'a pas atteint toute sa grosseur et, d'autre part, la période de sommeil inquiétée par une température élevée est très courte. Les plantes restent dans une phase de semi-activité.

L'EXPRESSION DE RENDEMENT.

Nous appellerons *Expression de rendement* le produit de l'indice végétatif, c'est-à-dire le poids total de la matière sèche à l'unité de surface, par le coefficient d'utilisation qui représente le pourcentage de matière utile.

Des conditions favorables à la croissance interviennent directement en faveur de l'indice végétatif. Par contre, le coefficient d'utilisation est sous la dépendance de la variété et du milieu.

Pour des conditions données, chaque clone a son propre coefficient d'utilisation, mais le climat, le terrain et les conditions de culture influent sur la proportion de réserves attribuées à la racine ; prenons un manioc qui se trouve dans des conditions écologiques idéales où le coefficient d'utilisation atteint son maximum : si l'on améliore les conditions de culture, on constate que les parties aériennes de la plante s'accroissent proportionnellement plus vite que les racines ; le coefficient d'utilisation diminue. Le végétal affecte donc la plus grande partie du surcroît de produits élaborés au développement des bois. Dans des sols particulièrement riches, la plante peut se trouver « affolée » et ne produit alors que très peu de fécule.

Dans le cas contraire, lorsque le sol devient moins favorable à la culture, les bois réduisent leur développement plus vite que ne le font les racines. Cependant, le coefficient d'utilisation n'augmente pas, car la teneur en fécule de ces dernières baisse d'une façon sensible.

Nous avons essayé de voir si la nature du feuillage pouvait avoir une action sur le coefficient d'utilisation ; cela pouvait présenter quelque intérêt pour la sélection. Nous avons donc greffé, sur divers *utilissima*, un peu au-dessus du collet, les bois de l'espèce *Glaziovii* qui n'accumule pas de fécule dans ses racines. Nous avons constaté que ces pieds greffés fonctionnaient comme s'il s'agissait d'*utilissima* complets. Ayant procédé à l'opération inverse, les nouveaux individus se sont comportés comme des *Glaziovii* parfaits. Le collet ou les racines auraient donc la propriété d'accepter les matières élaborées pour les transformer en fécule, ou de les refuser ; la feuille ne semble avoir aucune action.

Dans la pratique, on peut accroître de plusieurs façons l'expression de rendement :

1) En augmentant la densité des individus.

Nous avons pour cela comparé les résultats obtenus dans deux cultures plantées à des distances extrêmes, l'une de 30.000 pieds à l'hectare, l'autre de 3.000.

Nous avons constaté un effet de concurrence sur la plantation serrée, se traduisant par un développement moindre, un étiolement des plantes et une superposition du feuillage sur plus de cinq étages au moment de la

phase de la pleine activité. Comme résultat pratique, nous avons noté un accroissement important de l'indice végétatif sur la culture serrée venant largement compenser une diminution du coefficient d'utilisation.

En définitive, l'expression de rendement se trouve accrue de deux à trois fois dans la plantation serrée, sans nuire pour cela à la valeur industrielle de la féculé.

2) En généralisant les labours profonds.

Une erreur des planteurs est de croire que le manioc à racines traçantes n'a pas besoin de labours profonds. En réalité, de nombreuses radicules se détachent des racines emplies de féculé et s'enfoncent verticalement dans le sol, s'arrêtant sur la zone non travaillée. Il n'est pas possible d'obtenir de bons rendements sans donner aux radicules la possibilité de trouver dans les couches inférieures du sol les aliments indispensables pour assurer le supplément de rendement provoqué par la culture intensive.

3) Par l'augmentation de la valeur du substratum.

Ce problème pose d'abord celui de la restitution des éléments exportés. Des analyses ayant démontré que les bois utilisent deux fois plus d'azote et de chaux que les racines et autant d'acide phosphorique, nous avons préconisé leur retour au sol après séchage.

Mais pour rendre à la terre les éléments exportés par les racines et accroître son potentiel de production, il est indispensable d'apporter au sol de la matière organique et des engrais chimiques.

Il ne faut pas, par une fumure mal appropriée, rompre l'équilibre qui doit exister entre les divers éléments. Si un excès d'azote élève l'indice de vigueur, il provoque par contre une baisse considérable du coefficient d'utilisation.

Il y a quinze ans, au moment où chacun orientait la culture extensive vers des méthodes meilleures, les planteurs connurent quelques échecs à la suite de l'emploi de fumures déséquilibrées.

L'emploi simultané de fumier de ferme, d'engrais verts et de sulfate d'ammoniaque, a fait tomber le coefficient d'utilisation à moins de 5 % et le rendement en racines à 3 tonnes à l'hectare.

Il faut, à mesure que le sol ou les procédés de culture s'améliorent, adapter les variétés à leur nouveau milieu. Les planteurs tendront donc vers l'emploi de clones à coefficient d'utilisation de plus en plus élevé.

L'USINAGE DU MANIOC.

L'usinage des racines du manioc comprend deux phases :

1° Le râpage au cours duquel les racines se trouvent déchiquetées en fines particules, et les grains de féculé libérés des cellules. On sépare ensuite le lait féculent à l'aide de tamis très fins. Les drèches constituent le résidu de cette opération.

2° Au cours de la deuxième opération, le lait féculent est envoyé dans des rigoles, des bassins ou des cuves, où la fécule dépose, tandis que les eaux vertes décantées sont évacuées. La fécule est alors lavée pour la séparer des matières étrangères.

Après plusieurs prélèvements effectués dans différentes usines, des analyses nous ont démontré que les drèches contenaient encore, après réduction à 12 % d'humidité, de 70 à 75 % de fécule, ce qui représente 1/6 de la fécule totale ; nous avons pu voir sous le microscope qu'elles étaient constituées d'amas de cellules non broyées, ayant résisté au râpage en raison, sans doute, de leur trop forte teneur en cellulose. Pour remédier à cette insuffisance de traitement, nous avons essayé des râpages supplémentaires, des râpes plus fines ou le broyage entre deux meules. Malheureusement, ce travail ne donne pas son plein rendement, car les matières cellulosiques se trouvent, au cours de l'opération, réduites à l'état de débris très fins qui passent au travers des tamis, se mêlent à la fécule au cours du dépôt et gênent le lavage. De meilleurs résultats s'obtiennent au cours de l'usinage de racines pauvres en cellulose, provenant de clones peu lignifiés comme le *Java*, et dont les racines ont été bien décolletées.

En examinant la stratification du lait féculent à l'usine, on voit que la rapidité de sédimentation dépend de la grosseur des grains et de la viscosité du milieu : si l'on verse du lait féculent au-dessus de longs tubes verticaux remplis d'eau, on constate que la descente des grains s'effectue à la vitesse horaire de :

— 2 m. 30	pour	ceux	de	16	microns,
— 0 m. 45	—	—	—	12	—
— 0 m. 08	—	—	—	8	—

C'est à partir de ce diamètre que le dépôt sera particulièrement délicat et un grand nombre de grains pourront rester en suspension si le milieu est trop visqueux.

Cette viscosité est fonction de la proportion de matières grasses et azotées qui se trouvent mélangées au lait féculent.

Dans les meilleurs dépôts, les dépôts clairs comme les appellent les usiniers, la totalité des grains ayant 8 microns ne précipite ainsi qu'une partie de ceux de 6 microns. Dans ce cas, la perte de fécule varie de 1,5 à 2 % alors qu'elle peut dépasser 5 % lorsqu'on traite des maniocs particulièrement riches en matières étrangères. Les eaux de décantation sont alors laiteuses et renferment une grande partie des grains de 10 microns.

La proportion de matières grasses et azotées au sein de la masse est sous la dépendance de la variété, de son état de maturité et de l'importance des altérations causées par les pourritures et la mosaïque.

Il y a toujours, sur tous les clones, une proportion variant entre 0,1

et 0,5 % de grains ayant plus de 30 microns de diamètre. Ces grains, en se déposant presque instantanément, sont intéressants pour l'usinier mais jusqu'ici, nous n'avons pas trouvé le moyen d'accroître leur proportion.

Si des transformations à l'usine peuvent améliorer le rendement actuel, des résultats plus substantiels seront obtenus par le traitement de racines plus pauvres en cellulose et matières grasses et azotées, de râpage plus facile et donnant des dépôts plus complets.

LES DÉFAUTS DES VARIÉTÉS ACTUELLES.

C'est au cours des divers perfectionnements apportés à la culture et à l'usinage que sont ressortis, peu à peu, les défauts des anciens maniocs.

La culture primitive, pratiquée encore par de nombreux Malgaches qui débarrassent le sol de sa végétation par brûlage et fichent en terre quelques boutures, a peu à peu conduit à l'obtention de formes de plus en plus rustiques. En effet, pour la multiplication, les indigènes ne conservent que les individus de grande vigueur qui peuvent s'élever au-dessus des mauvaises herbes. Grâce aux semis naturels, cette sélection vers les formes rustiques eut une évolution assez rapide.

Certaines de ces formes convenaient encore pour les sols labourés, mais aucune n'a pu supporter sans « affolement » un minimum de fumure.

Les variétés de Java introduites sont adaptées à la culture rationnelle mais on ne peut les cultiver sans réserve, car toutes possèdent un ou plusieurs défauts.

Les unes sont sensibles aux pourritures, d'autres à la mosaïque ; plusieurs sont pauvres en fécule. Il fallait trouver des clones groupant plus de qualités et adaptés à une culture qui se perfectionne sans cesse.

COMMENT APPRÉCIER LES VARIÉTÉS.

Nous avons trouvé qu'un clone pouvait être apprécié à sa juste valeur, en prenant à plusieurs reprises au cours de la végétation :

- le poids des individus qui permet de déterminer l'indice végétatif ;
- la teneur en fécule des racines qui donnera le coefficient d'utilisation et en notant la résistance aux pourritures et à la mosaïque, afin de savoir si le clone peut être cultivé partout avec la sécurité voulue.

Les pourritures sont de plusieurs types, mais toutes provoquent une véritable fonte du grain de fécule. Le diamètre de ce dernier peut se trouver réduit de plusieurs microns et, d'autre part, les racines pourries apportent au sein du lait féculent des matières étrangères supplémentaires qui viennent gêner les dépôts. Tous les clones ne sont pas pareillement atteints par les pourritures physiologiques ou provoquées. La plantation en sol bas, humide, les favorise et c'est la raison pour laquelle on ne cultivait autrefois le manioc que sur les collines. Mais pour accroître le rendement, il était

nécessaire d'étendre les cultures sur les sols alluvionnaires riches, d'où la nécessité impérieuse de trouver des clones résistants.

En 1935, on assista à Madagascar à une extension soudaine de la mosaïque et en deux ans le manioc du pays, qui couvrait 90 % des surfaces, disparut des principales régions de culture.

Chaque clone oppose au virus sa résistance propre ; la résultante de ces deux actions contraires se traduit par l'établissement d'un état d'équilibre caractéristique d'un clone donné et que nous appelons intensité ou virulence du mal. Nous avons défini 5 états de virulence : aux intensités 1 et 2, la plante ne semble pas souffrir. Par contre, à l'intensité 4, elle ne donne plus que des bois court noués et le rendement se trouve réduit de moitié. Atteinte à l'intensité 5, elle ne vit le plus souvent que quelques mois.

Nous avons aussi été conduits à préciser l'état de dispersion du mal sur les cultures et nous appelons degré de contamination la proportion d'individus atteints sur une plantation considérée.

Nous avons pu voir que les clones se contaminent d'autant moins vite que la mosaïque les atteint avec moins de virulence ; si, dans une région infestée, on plante par exemple un carré de manioc du pays sain à côté d'un carré de *Criolina*, variété résistante, on constate au bout de cent jours que le manioc du pays est complètement atteint, tandis que sur le *Criolina* 2 % des pieds sont seulement touchés.

La mosaïque produit sur le manioc des altérations chimiques importantes. Dans les feuilles, la proportion de cendres et d'amidon se trouve accrue. Sur les bois, la matière azotée est doublée, parfois triplée.

Jusqu'à l'intensité 3, l'atteinte sur les racines n'est pas très grave, mais à l'intensité 4, en plus de la perte de poids, la teneur en fécule baisse du cinquième. Cette baisse porte sur les 3/4 à l'intensité 5. La proportion de matières azotées s'accroît à mesure que la virulence augmente, quelle que soit la partie de la racine considérée : cylindre central, phelloderme, liège.

Ce supplément de matières étrangères suit le lait féculent, vient gêner les dépôts et accroît les pertes. Le rendement en fécule peut descendre à 15 % ; l'usinage n'est plus rentable.

Il fallait au cours des travaux de sélection trouver des clones suffisamment résistants à cette maladie.

LE MANIOC IDÉAL.

Pour pouvoir guider la sélection dans tous ses détails, il est indispensable de se faire une idée aussi précise que possible de ce que doit être le manioc idéal.

Que doivent être les bois ? Il faut les considérer comme un mal nécessaire ; un mal, car ils sont plus épuisants que les racines et très gênants au moment de l'arrachage. Leur enlèvement coûte parfois aussi cher que l'extraction des racines. Ils sont nécessaires puisqu'ils ont un rôle physio-

logique à jouer et qu'ils permettent la reconstitution des cultures. Les meilleurs bois seront :

1° à développement non excessif ;

2° à port érigé, afin de pouvoir se défendre contre la végétation adventice, faciliter les façons d'entretien et ne pas donner trop de graines qui épuisent inutilement la plante ;

3° à mérithalles très courts, afin d'avoir de nombreuses feuilles et réduire au minimum le bois inutile ;

4° assez robustes pour ne pas verser.

Du point de vue cultural, les racines de manioc doivent être les plus grosses possibles, de façon à faciliter l'arrachage et réduire les manipulations, se développer en surface afin de mieux résister aux effets de l'humidité.

Du point de vue industriel, il est indispensable de disposer de racines sessiles car les pédoncules se prolongent toujours plus ou moins à l'intérieur de la racine, obligeant le planteur à la décoller sur une certaine longueur. Elles doivent renfermer le moins de matières étrangères possible, être de densité élevée afin d'accroître le rendement à l'usine, et pauvres en acide cyanhydrique si le manioc est destiné à l'alimentation.

CRÉATION DE VARIÉTÉS.

Nous avons essayé tout d'abord, pour obtenir des variétés nouvelles, de mettre à profit l'impureté des clones et nous avons semé des graines autofécondées. Mais en dehors de quelques rencontres intéressantes, les lignées filles de grande ressemblance offrent peu d'intérêt et nous avons dû recourir à l'hybridation.

Dans le choix des clones à hybrider, il faut tenir compte du fait que certains clones impriment mieux leurs caractères que d'autres et doivent, pour cette raison, être préférés. C'est ainsi que le *Java 12/28* assure un bon rendement et transmet la résistance aux pourritures et souvent la précocité à sa descendance. Le *Nakasoga*, de teneur en fécule pourtant moyenne, donne toujours des maniocs de densité élevée. Le *Criolina*, par contre, que l'on peut utiliser pour donner la résistance à la mosaïque, ne transmet pas son aptitude au rendement. Le *Sao Pedro* donne un bon coefficient d'utilisation, mais la résistance à la mosaïque et aux pourritures est insuffisante. On doit, sur le manioc, mettre à profit la difficulté du transport du pollen par le vent pour éviter l'encapuchonnement des pieds mères ; il faut remarquer en effet que lorsqu'on place sous le vent d'une variété fertile un clone stérile, la fécondation des ovaires s'effectue en totalité sur les 50 premiers mètres ; elle affecte la moitié des fleurs à 100 mètres et devient nulle à 400.

Le carré d'hybridation se plantera donc à 500 mètres des cultures et

son étendue se déterminera d'après l'importance des graines à produire. L'H. 32 donne cinquante mille graines à l'hectare ; le *Criolina* dix mille et le *Bouquet* pas plus de deux mille.

Aussi souvent que possible, on ne placera dans le carré d'hybridation que des clones à androcée stérile, de façon à éviter la castration. Au cas d'impossibilité, il faudra procéder à l'émasculature en supprimant tous les matins la partie mâle des inflorescences apparues.

Lorsqu'on féconde dans un carré d'hybridation les différentes variétés de pieds mères avec un même pollen, il suffit d'intercaler entre les variétés à féconder quelques lignes du clone paternel. Dans le cas contraire, les agents chargés de la pollinisation prennent dans les collections quelques fleurs mâles en voie d'ouverture qu'ils appliquent sur chacun des ovaires épanouis.

Un an après le semis, les lignées filles atteignent 1 à 2 mètres de hauteur et sont alors bouturées en cinq exemplaires. Déjà, en cours de bouturage, il sera possible d'éliminer les sujets malades ou porteurs d'entre-nœuds très longs, c'est-à-dire de bois inutile.

Au bout de deux ans, on pratique l'arrachage. Ce travail se fait avec minutie : une équipe d'arracheurs passe d'abord et procède à l'enlèvement des pieds sans porter atteinte aux bois. Des observateurs suivent et complètent les colonnes de leurs registres, par l'examen des racines. On note leur forme, la couleur des écorces, les atteintes des pourritures.

Le chef de la sélection passe ensuite et, à l'aide des renseignements portés sur le registre et l'observation des cinq pieds arrachés, il décide si le clone présente quelque intérêt ou s'il doit être éliminé.

Les clones conservés sont portés sur le lieu de pesage. Des spécialistes séparent les racines, les lavent et procèdent à la prise de densité. D'un autre côté, les bois sont sectionnés, pesés, étiquetés et conservés sous abri en vue d'une multiplication éventuelle. Une racine de chaque clone est portée au laboratoire, afin de procéder à l'examen des grains de fécule.

Les travaux terminés, nous rentrons en collection les clones porteurs d'un caractère remarquable et nous ne conservons pour la deuxième multiplication que ceux présentant un réel intérêt. Le nombre de clones ainsi conservés ne dépasse pas 1 %.

Il faut, au cours de la deuxième multiplication, faire subir aux clones l'épreuve définitive de la mosaïque. Pour cela, on intercale dans les carrés de multiplication des lignes de variétés malades, de façon que quelques pieds du clone en observation soient atteints. On ne conservera que ceux touchés aux intensités 1 ou 2. Une telle atteinte n'est en effet pas gênante et elle constitue la meilleure garantie contre l'invasion par une mosaïque plus virulente. Il serait très dangereux de diffuser un clone n'ayant jamais été atteint, car un tel état peut être la conséquence de l'absence de vecteurs contaminés.

Des examens périodiques permettront aussi, au cours de la deuxième multiplication, de préciser le moment d'apparition des pourritures.

Après une troisième multiplication, les clones sont répartis dans divers champs régionaux et chez les planteurs. Ceux à indice de vigueur élevé et à faible coefficient d'utilisation sont réservés pour les sols pauvres ou les altitudes élevées. Les variétés à fort coefficient d'utilisation sont essayées en culture intensive. Tous ces essais se font en comparaison avec les variétés ayant donné jusque-là les meilleurs résultats.

Au cours de ces essais, on s'apercevra que quelques clones ne sont pas dans le milieu qui leur convient ; ceux ayant pris un développement exagéré (coefficient d'utilisation inférieur à 45) seront placés sur des sols plus pauvres ou à une altitude plus élevée. Ceux à développement insuffisant seront cultivés sur des lieux plus riches.

Pour simplifier le travail de sélection, on peut, dans certains cas, s'appuyer sur des caractères corrélatifs. Nous avons étudié notamment la liaison qui pouvait exister entre la mosaïque et les divers caractères de la plante. Sur près de dix mille clones examinés dès leur première multiplication au cours des années 1945, 46 et 47, nous avons trouvé que 9 % des clones à stigmate rouge étaient seulement atteints contre 33 % pour ceux à stigmate blanc. Dans le même ordre d'idée, les clones à liège gris et androcée fertile sont aussi moins atteints que les autres.

Si la sélection est donc nettement dirigée vers la résistance à la mosaïque, il y aura lieu de ne conserver que des clones à stigmate rouge ; les éliminations seront très rapides.

De même, si l'on veut des clones particulièrement denses, il ne faudra conserver que ceux à pétiole sessile ou brépétiolé. Il semble aussi que les clones à androcée stérile aient un meilleur coefficient d'utilisation.

Enfin les variétés ayant un liège noir et des bois colorés seraient plus résistantes aux pourritures par asphyxie.

PREMIERS RÉSULTATS.

Il découle des observations relevées au cours de l'exposé que l'avenir de l'industrie du manioc repose :

- 1° Sur le perfectionnement des techniques culturales.
- 2° Sur l'obtention de variétés réunissant de plus en plus de qualités.
- 3° Sur l'amélioration des méthodes d'extraction de la fécule, mais, comme nous l'avons indiqué, ces possibilités d'amélioration à l'usine sont restreintes et liées avant tout à la valeur industrielle de la variété.

Dans le domaine cultural, les planteurs ont fait un gros effort. Les labours profonds et les fumures sont devenus d'une pratique courante sur beaucoup de domaines et le rendement en racines qui variait il y a quinze ans entre 8 et 12 tonnes, dépasse aujourd'hui 40 tonnes ; mais le plafond est loin d'être atteint, le sol peut être mieux préparé et fertilisé.

Des rendements de 55 tonnes à l'hectare ont été obtenus ; s'ils paraissent aujourd'hui exceptionnels, ils seront demain la généralité. Nous sommes même persuadés qu'avec une plante aussi malléable que le manioc, ces rendements pourront un jour être doublés.

Mais c'est dans le domaine de la sélection que le plus grand travail reste à faire. Il faut prévoir les étapes de l'évolution de la culture intensive, devancer les besoins des planteurs afin de pouvoir leur donner à tout moment la variété adaptée au standing de leur culture.

En 1936, un choix fait parmi les variétés autochtones et introduites permit de vaincre la mosaïque et de commencer les essais de culture intensive. Le *Criolina*, le *Sao Pedro*, l'*Australia*, le *Cassave Beurrine* furent tour à tour la providence des agriculteurs. Le *Java* et le *Bouquet de la Réunion* (= soso = camanioc = marotonina) couvrent d'ailleurs encore d'importantes surfaces.

Un semis de graines de *Singapoor* a donné l'H. 31 à coefficient d'utilisation élevé et qui doit pour cette raison être réservé aux sols riches.

L'H. 32, qui résulte du croisement *Java* $\times$ *Singapoor*, présente les mêmes caractères que l'H. 31, mais il est plus développé et plus fluctuant. Il n'est pas rare de trouver des pieds portant 30 kg. de racines. On le reconnaît facilement à son feuillage vert sombre et ses stipules persistantes.

Les hybrides 34 et 35 conviennent pour les terres de valeur moyenne ou les sols de colline.

L'H. 36, qui provient du croisement entre le *Java* et un hybride *Sao Pedro* $\times$ *Australia*, est celui qui possède le coefficient d'utilisation le plus élevé et on peut lui réserver, sans crainte de le voir partir à bois, les lieux les plus favorables au développement.

L'H. 38 est le plus résistant aux pourritures.

Nous attendons encore beaucoup de croisements effectués entre le *Bouquet* et les hybrides énumérés ci-dessus. De même, des croisements effectués avec le *Nakasoga* doivent fournir des clones de haute densité.

Tel est l'état actuel des travaux entrepris sur le manioc à la Station Agricole de l'Alaotra. Ces travaux se poursuivent maintenant avec plus de personnel et de matériel qu'autrefois et comme les variétés ont été définies, que nous connaissons parfaitement le but à atteindre pour satisfaire le planteur et l'industriel et que la machine de travail est au point, il n'est pas douteux que des résultats plus substantiels seront obtenus.

BIBLIOGRAPHIE

A. — ARTICLES SIGNÉS

- ABRAHAM (A.), 1944. — Natural and artificial polyploids in tapioca (*Manihot utilissima*). — *Proc. 31 st. Ind. Sci. Congr. Delhi*, Pt. III, 91.
- ADRIAENS, 1937. — Note sur la toxicité des carottes de manioc. — *Inst. Royal Col. Belge Bruxelles*, VIII, 3, 796-804.
- ADRIANO (F. T.), 1925. — The proximate chemical analysis of Philippines foods and feeding stuffs. — *Philip. Agric.*, XIV, 57-91.
- 1932. — The proximate chemical composition of Philippines feeds. — *Philip. J. Agric.*, III, 3, 211-216.
- 1933. — Possibilities of developing the cassava industry in the Philippines. — *Philip. J. Agric.*, IV, 4, 271-285.
- RAMOS (H. T.), YNALVEZ (L. A.), 1932. — The proximate chemical analysis of Philippines foods and feeding stuffs. III. — *Philip. Agric.*, XX, 8, 530-534.
- et SANTOS (F. O.), 1928. — The chemical composition of Philippines food materials. — *Public Welfare Commis. Circul. Bur. of Printing*. Manila.
- et YNALVEZ (L. A.), 1932. — A rapid modified method of detecting and estimating hydrocyanic acid suitable for field tests. — *Philip. J. Agric.*, III, 2, 105-110.
- AFANASIEV (C. S.), 1938. — A new valuable plant from *Palmiro Alai*. — *C. R. Acad. Sc. U.R.S.S.*, XVIII, 479-482.
- ALBA (M.), 1937. — A study of different varieties of cassava for hog feeding purposes. — *Philip. Agric.*, XXV, 2, 782-796.
- ALQUIER (J.), 1936. — Le manioc et son utilisation alimentaire. — *Acad. Agric. France*, 665-669.
- ALZONA (O.), 1933. — Field test of twenty varieties of cassava. — Thèse, Expt. Sta. Contribution, n° 1030, anal. in *Philip. Agric.*, XXIV, 1, 79-80.
- ANAIS, 1945. — Le manioc dans l'alimentation du bétail. — *Rev. Agric. Guadeloupe*, I, 20-22.
- ANGLADETTE (M.), 1949. — La situation et l'avenir de la production du manioc dans les territoires d'outre-mer de l'Union française. — *Congrès des maniocs*, sept., 63-68. *Inst. Col. Marseille*.
- 1949. — Note sur la production du manioc en Indochine. — *Congrès des maniocs*, sept., 142-163. *Inst. Col. Marseille*.
- BAKER (F. C.), 1914. — A review of some Philippines plant diseases. — *Philip. J. Agric. et For.*, III, 157-164.
- 1931. — Second supplement to the list of the lower fungi of the Philippine Islands. — A bibliographic list chronologically arranged and with localities and hosts. — *Philip. J. Sc.*, 46, 479-536.
- BANZON (J. R.), 1941. — Fermentation utilization of cassava. — *Iowa State Coll. J. Sc.*, 16, 1, 15-18.

- BANZON (J. R.), FULMER (E. I.) et UNDERKOFER (L. A.), 1941. — Fermentation utilization of cassava. The butyl-acetonic fermentation. — *Proc. Iowa Acad. Sc.*, 48, 233-236.
- BARON (R. F.), 1908. — Starch production in the Philippine Islands. — *Philip. J. Sc.*, 3, A, 93-96.
- BARREIRA (M. A.), 1938. — Mandioca. — *Rev. Soc. Rur. Brasilei*, São Paulo, XVIII, 213, 17-23.
- BASTIN (R.), 1939. — Note sur les féculles exotiques. — *Bull. Agric. Congo Belge*, Bruxelles, 2, 258-266.
- BAUER (A.), 1935. — Evolution physiologique du manioc pendant sa croissance. — *Landbouw*, Neederland, 1935, reprint. in *Ernährung der Pflanze*, XXXII, 406-408.
- BAYBAY (D. S.), 1922. — Storage on some root crops and other perishable farm products. — *Philip. Agric.*, X, 423-440.
- BAYMA (A. C.), 1946. — Fabricação da farinha de mandioca. — *Revist. Agric. Piracicaba*, XXI, 7-8, 303-304.
- BEDU (P.), 1949. — Note sur le manioc au Cameroun. — *Congrès des maniocs*, sept., 93-99. *Inst. Col. Marseille*.
- BELGRAVE (W. N. C.), 1939. — The cultivation of food crops on Estates. — *Malay. Agric. J.*, XXVII, 6, 209-213.
- BIRKINSHAW (F.), 1926. — A brief summary of tapioca cultivation on what is now a valuable rubber estate in province Wellesley. — *Malay. Agric. J.*, 14, 11, 361-364.
- BITANCOURT (A. A.), 1934. — Relação das doenças e fungos parasitas observados na secção de Fitopatologia durante os annos 1931 e 1932. — *Arq. Inst. Biol.*, 5, 185-196.
- 1941. — O agente de bacteriose da mandioca. — *O Biológico*, Brésil, 7, 2, 37.
- BLIN (H.), 1905. — La fumure du manioc. — *Agric. Prat. Pays Chauds*, V, 426-430.
- BLOKZEIJL (K. R. F.), 1922. — De Cassave, Tweede Druk. — H. D. Tjeenk Willink et Zoon, Haarlem. 76 pp.
- BONAME, 1909. — Importations de poudre de manioc à l'Île Maurice. — *Agric. Prat. Pays Chauds*, IX, 339-340.
- BOITEAU (P.), 1937. — Caryologie du manioc cultivé (*Manihot utilissima* Pohl.). — *Bull. Acad. Malgache*, XX, 117-118.
- 1938. — Notes de botanique. Caryologie du manioc cultivé. Pitôt de la Beaujardière, Tananarive. 10 pp.
- 1941. — Nouvelles observations cytologiques sur le manioc cultivé. — *Chron. Botanica*, 6, 17/18, 338.
- BONDAR (G.), 1925. — Pragas da mandioca. — *Bol. Lab. Path. Vegetal*, 3, 67-74.
- BONNEFOY (J. V.), 1931. — La fabrication de l'alcool à base de manioc. — *Prod. Colon. et Matériel Colon.*, 88, 132-139.
- 1933. — Compte-rendu d'un essai de culture du manioc en terre enrichie par fumure. — *Bull. Econ. Madagascar*, 81, 55-57.
- 1933. — Calcul des éléments fertilisants enlevés au sol par une récolte de manioc. — *Bull. Econ. Madagascar*, 84, 75-77.
- BOREL (E. L.), 1942. — Les plantes à arrow root au Tonkin. — *Bull. Econ. Indochine*, 698.
- BOURRIQUET (G.), 1932. — Les maladies du manioc à Madagascar. — *Rev. Pathol. Végét. et Entom. Agric.*, 290-297.
- 1949. — Pathologie du manioc dans les territoires français d'outre-mer. — *Congrès des maniocs*, sept., 73-75. *Inst. Colon. Marseille*.

- BRIANT (A. K.) et JOHNS (R.), 1940. — Cassava investigations in Zanzibar. — *East Afric. Agric. J.*, 404.
- BRIEGER (F. G.) et GRANER (E. A.), 1941. — Polaridade e regeneração nas estacas de mandioca. — *Rev. Agric. Piracicaba*, 16, 230-246.
- BRUEL (G.), 1918. — Les cultures indigènes à développer en A.E.F. : le tabac, le manioc bateke, l'huile de palme. — Les fermes-écoles à créer. — *Congrès Agric. Colon.*, IV, 116-147.
- BUFFON (A.), 1929. — Farine et fécule de manioc. — *Rev. Agric. Service de l'Agriculture de la Guadeloupe et Dépendances. Basse-Terre*. Sept., 222-225.
- BUNTNIG (B.), 1929. — Note sur le manioc. — *Bull. Imp. Institute London*, XXVII, 203.
- BURKHOLDER (W. H.), 1942. — Three bacterial plant pathogens : *Phytomonas caryophylli* sp. nov., *Phytomonas alliicola* sp. nov. and *Phytomonas manihotis* (Arthaud-Berthet et Bondar) Viegas. — *Phytopathol.*, 32, 2, 141-149.
- CAIRE (Ph. A.), 1929. — Cultura da mandioca. — *Bol. Minist. Agricult. Indust. e Commer.*, Rio de Janeiro, sept., 335-359.
- CALVINO (M. L.), 1932. — La harina de yuca para hacer pan. — *Bol. de Agric.*, Colombia, 118-126.
- CAMPOS (F. A. de Moura), 1935. — A presença do complexo vitamínico B na raiz tuberosa da mandioca. — *Ann. Fac. Med. Univ. São-Paulo*, 11, 1, 27-31.
- CAMUS (J. S.), 1914. — Analyses of locally grown cassava. — *Philip. Agric. et Forest.*, III, 75.
- CASTRO (J. de Paiva), 1943. — Cerais e outras plantas. — *Publ. Secret. Agric. São-Paulo*, 83 pp.
- CATAMBAY (A. B.), 1938. — Cost of producing cassava in the College of Agriculture at Los Banos. — *Philip. Agric.*, XXVII, 584-592.
- et YANGO (C. E.), 1935. — Cost of harvesting cassava. — *Philip. Agric.*, XXVIII, 8, 662-665.
- CAZENAVE (G.), 1950. — Le manioc et les productions féculières de Madagascar. — *Entrep. et Prod. de Madagas.*, n° 2, 11-28.
- CERQUEIRA (C. V. E. de), 1936. — A mandioca no exyvolvimento agrícola. — *O Campo*, Rio de Janeiro, VII, 75, 49-51.
- CHARAVANAPAVAN, 1944. — Studies in manioc and limabeans with special reference to their utilization as harmless food. — *Trop. Agric.*, 100, 3, 164-168.
- CHANDRARATNA (M. F.) et NANAYAKKARA (K. D.), 1944-45. — Studies in Cassava. — *Trop. Agric. Ceylon*, 100, 219-230 et 101, 3-12 et 214-222.
- CHEVALIER (A.), 1930. — Possibilité de développer la culture du manioc au Sénégal. — *Rev. Bot. Appl.*, X, 676-678.
- CIFERRI (R.), 1933. — Le malattie della manioca (*Manihot esculenta* Crantz) in San Domingo. 1. Notizie sull'ambiente in cui si effettuano gli studi. 2. La malattia della macchie fogliari circolari (*Helminthosporium hispaniolae* Cif.). — *Boll. Ric. Staz. Patol. Veget.*, 13, 2, 227-308.
- 1936. — Recherches sur le pouvoir rhizogène des boutures de manioc. — *Atti Inst. Bot. Univ. Pavia*, XIV, 266-268.
- 1938. — Saggio di classificazione delle razze di manioca. — *Inst. Agr. Colon. Ital.*, 58 pp.

- CIFERRI (R.), 1940. — Le malattie della manioca (*Manihot esculenta* Crantz) in San Domingo. 3. Identita e nomenclatura delle « Cercospora » viventi sulle Manihot. — *Boll. Ric. Staz. Patol. Veget.*, 18, 2, 99-114.
- CLANIS (M. G.), 1928. — L'arachide et le manioc au Sénégal. — *Assoc. Colon. Sciences*, IV, 170-173.
- CLÉMENT (R.), 1949. — La propriété de Marovitsika. — *Entrep. et Prod. de Madagas.*, n° 1, 52-63.
- CLIFTON-RILEY (B.), 1942. — Report on manioc starch. — *Inter. Amer. Develop. Commission*, Washington, 16 pp.
- COLON (J. L.), 1932. — Cassava : an economic plant native to Latin America. — *Bull. Pan Amer. Union*, 66, 639-650.
- 1939. — La Yuca, su cultivo y aprovechamiento. — *Agric. Venezolano*, 4, 39, 40-50.
- COLSON (L.) et CHATEL (L.), 1906. — Culture et industrie du manioc. Etude faite à la Réunion. — Challamel éd., Paris, 95 pp.
- COPELAND (E. B.), 1908. — Manioc or cassava. — *Philip. Agric. Rev.*, I, 139-156.
- CORREIA (F. A.) et FRAGA (C. G. Jr.), 1945. — Tecnologia da mandioca. — *Brangantia*, V, 4, 213-237.
- COSTA (A. S.), 1940. — Observações sobre o mosaico comum e o mosaico das nervuras da mandioca (*Manihot utilissima* Pohl.). — *J. Agron. São-Paulo*, 3, 3, 239-248.
- 1946. — Produção e industrialização da mandioca. — *A Fazenda*, XLI, 4, 4-41.
- COURS (G.), 1936. — Note sur quelques essais entrepris sur le manioc à la station agricole de l'Alaotra. — *Bull. Econ. Madagascar*, 16, 162-171.
- 1945. — L'amélioration du manioc à la station agricole de l'Alaotra. — *Revue de Madagascar*.
- 1946. — Etude sur la fécule de manioc. — *Agron. Trop.*, I, 3, 138-158.
- 1949. — Note sur la culture et la sélection du manioc à Madagascar. — *Congrès des maniocs*, sept., 118-123. *Inst. Colon. Marseille*.
- 1950. — Les études scientifiques sur le manioc à la station agricole du lac Alaotra. — *Entrep. et Prod. de Madagas.*, n° 2, 41-61.
- CROIZAT (L.), 1943. — Preliminary per uno studio del genere « Manihot » nell' America meridionale. — *Rev. Argent. Agron.*, 10, 213-226.
- CRUZ MONCLOVA (H. E.), 1936. — Investigations on the root of *Manihot utilissima* Pohl. — *J. Agric. Univ. Puerto Rico*, XX, 2, 649-654.
- DADE (H. A.), 1930. — Cassava mosaic. — Year Book 1930. — *Dept. Agric. Gold Coast*, Accra, Bull. n° 23.
- DAUVRIEN (A.), 1938. — Le manioc et ses possibilités au Congo belge. — *Bull. Off. Colon. Bruxelles*, 1, 301-303.
- DESCARTES (E.) et RANGEL (J.), 1940. — A mandioca. — *Inst. Nacion. Tecnol.*, 1-62.
- DESLANDES (J. A.), 1940. — Doenças da mandioca no nordeste. — *O Campo*, Rio de Janeiro, XI, 131, 9-13.
- DEVEZ (G.), 1913. — La fourmi-manioc (*Oecodoma cephalotes*). Sa destruction méthodique par l'anhydride sulfureux. — *Agron. Colon.*, 129-135, et 164-174 et 1914, 13-18 et 42-51.
- DOOP (J. E. A. den), 1936. — Groene Bemesting, Kunstmet en andere Factoren in Sisal- en Cassava-Productie. — *De Bergcultures*, 42, 1306-1327.

- DOOP (J. E. A. den), 1939. — The utilization of sisal waste in Java and Sumatra. — *East Afric. J.*, IV, 6, 415-425.
- 1941. — Factors influencing the availability of the indigenous phosphorus in an acid tropical soil. — *Soil Sci.*, 52, 2, 101-120.
- DRUMMOND (C. A.), 1946. — Doenças da mandioca. — *Céres*, VII, 37, 24-33.
- DRUMMOND-GONCALVES (R.), 1942. — Superbrotamento ou envassouramento da mandioca. — *O Biológico*, Brésil, 8, 3, 87-88.
- DUFRENOY (J.) et HEDIN (L.), 1929. — La mosaïque des feuilles du manioc au Cameroun. — *Rev. Bot. Appl.*, IX, 94, 361-365.
- DUMAS, 1906. — L'agriculture dans la vallée du Niger. Le manioc (*Manihot dulcis* et *Manihot utilissima*). — *Agric. Prat. Pays Chauds*, VI, 1, 510-513.
- ECHEVERRI (C. U.), 1932. — La yuca y sus posibilidades economicas e industriales en Colombia. — *Bol. Agric. Colombia*, 705-726.
- EDWARDS (W. H.), 1930. — Insect pests of sweet potato and of cassava in Jamaica. — *Jamaica Dept. Agric. Entom. Bull.*, 5, 1-12.
- ELSKENS (O.), 1913. — La culture du manioc dans la région de Yangambi (District de Stanleyville). — *Bull. Agric. Congo Belge*, 4, 765-771.
- ERICKSON (T.), 1933. — El cultivo de la yuca. — *Rev. Nac. Agric. Bogota*, 24, 29, 543-549.
- ETORMA (S. B.), 1937. — Chemical studies on cassava products : 1. Critical moisture-molding content of cassava starch. — *Phil. J. Agric.*, VII, 4, 409-412.
- FAUCHÈRE (A.), 1913. — La culture du manioc à Madagascar. — *Agric. Prat. Pays Chauds*, XIII, 2, 201-274 et 343-354.
- 1924. — La culture du manioc à Madagascar. — *Bull. Econ. Madagascar*, 208-214.
- FERNANDES E SILVA (R.), 1938. — Nota sobre a cultura da mandioca. — *Rev. Soc. Rural Brasil.*, XVIII, 220, 32-36.
- FERNANDO (M.) et JAYASUNDERA (E. S.), 1942. — Cultural experiments with cassava (*Manihot utilissima*). — *Trop. Agric.*, XCVIII, 3, 3-8.
- FERREIRA FILHO (J. C.), MONTE (O.), MULLER (A. S.) et GRAVATA (A. G.), 1943. — Manual da mandioca. — *Chacaras e Quintais*, 229 pp.
- FIGUEIREDO (A. P. de), 1937. — Instruções praticas sobre o cultivo da mandioca. — *O Campo*, VIII, 91, 22-25.
- FILHO (J. R.), 1946. — Cultura e utilização da mandioca. — *Céres*, VII, 38, 88-100.
- FLACOURT, 1906. — La culture du manioc au champ d'essai de Thanh-Ba. — *Bull. Econ. Indochine*, 452.
- FONTENELLE (J. B.), 1936. — A mandioca. — *O Campo*, VII, 74, 52-54.
- FRANCO DO AMARAL (J.), 1942. — Estudio do organismo causador da bacteriose da mandioca. — *Arg. Inst. Biol. São-Paulo*, 13, 119-126.
- et VASCONCELLOS (L. G. de), 1945. — Novos estudos do agente etiologico da bacteriose da mandioca. — *Arg. Inst. Biol. São-Paulo*, 16, 361-368.
- FRANÇOIS (E.), 1937. — La mosaïque du manioc. — *Bull. Econ. Madagascar*, X, 147-153.
- 1938. — Le manioc, sa production et son utilisation. — *Rev. Bot. Appl.*, 18, 204/206, 533-573 et 682-707.
- FRAPPA (C.), 1937. — Description du *Bemisia manihotis* n. sp. (Hem. Hom. Aleurodidae) nuisible au manioc à Madagascar. — *Bull. Econ. Madagascar*, 11, 267-268.

- FRAPPA (C.), 1938. — Les insectes nuisibles au manioc sur pied et aux tubercules de manioc en magasin à Madagascar. — *Rev. Bot. Appl.*, XVIII, 17-29 et 104-109.
- FRATEUR (J. L.), 1913. — L'emploi du manioc dans l'engraisement du porc. — *Bull. Agric. Congo Belge*, 891-899.
- FRITZ (A. M.), 1928. — Sur deux produits agricoles du nord-ouest de Madagascar. — *Agron. Colon.*, 2, 9-19.
- FULLERTON (J.), 1929. — Tapioca meal as food for pigs. — *J. Ministry Agric.* (Gr. Brit.), 36, 2, 130-136.
- GALANG (F. G.), 1931. — Experiments on cassava at the Lamao Experiment Station, Bataan. — *Phil. J. Agric.*, II, 2, 179-188.
- GALLARDO (A. L.), 1937. — Cultivo e industrializacion de la yuca. — *Rev. Nac. Agric. Bogota*, XXXII, 400, 1342-1352.
- GARROS (M.), 1949. — Standardisation et conditionnement des maniocs séchés et le tapioca. — *Congrès des maniocs*, sept., 68-72. *Inst. Colon. Marseille*.
- GHESEQUIÈRE (J.), 1928. — Amélioration de la méthode de plantation du manioc. — *Bull. Agric. Congo Belge*, XIX, 603-604.
- 1932. — Sur la « mycosphaerellose » des feuilles de manioc. — *Inst. Royal Colon. Belge*, III, 1, 160-178.
- GOHIER (M.), 1917. — La culture du manioc. — Lavigne, Tananarive, éd., 13 pp.
- GOLDING (F. D.), 1936. — *Bemisia nigeriensis* Corb., a vector of cassava mosaic in Southern Nigeria. — *Trop. Agriculture*, XIII, 182-186.
- 1936. — Cassava. — *Bull. Imp. Inst. London*, XXXIV, 2, 262-263 et XXXV, 2, 229.
- GONCALVES DA SILVA (S.), 1939. — Aspecto fitosanitario das principais plantas cultivadas no Estado do Espirito Santo. — *Rev. Soc. Brasil. Agron.*, 2, 80-84.
- GONZALEZ (A. J.), 1933. — Cultivo y utilizacion de la yuca como alimento del ganado. — *Agric. Comer. Trabaj.*, Habana, XIV, 10, 98-103.
- GRANER (E. A.), 1940. — Colchicine treated cassavas. — *J. Agron. São-Paulo*, 3, 2, 83-98.
- 1941. — Polyploid cassava. — *J. of Hered.*, 32, 8, 281-288.
- 1942. — Genetica de *Manihot*. I. — Hereditariedade da forma da folha e da coloração da pellicula externa das raízes em *Manihot utilissima* Pohl. — *Bragantia*, 2, 13-22.
- 1942. — Notas sobre florescimento e frutificação da mandioca. — *Bragantia*, 2, 1-12.
- 1942. — Tratamento da mandioca pela Colchicina. II. — Formas poliploides obtidas. — *Bragantia*, 2, 23-54.
- 1944. — Una forma tetraploide de *Mandioca vassourinha* de provavel valor horticola. — *Rev. Agric. Piracicaba*, 19, 380-391.
- CAMPOS (F. A. de Moura), SANTOS (O. de Paula), ORSINI (D.) et NOGUEIRA (C. C.), 1944. — Nutrition value of cassava. — *O Hospital*, 26, 879-894.
- GRAVATA (A. G.), 1946. — Aproveitamento industrial da manipueira (resíduo do fabrico da farinha da mandioca). — *Chacaras e Quintais*, São-Paulo, LXXIV, 186-188.
- GREENSTREET (V. R.), 1928. — Studies on tapioca. — *Malay. Agric. J.*, XVI, 3, 59-75.
- et LAMBOURNE (J.), 1933. — Tapioca in Malaya. — *Bull. Dept. Agric.*, General Series, n° 13, 76 pp.

- GRILLO (H. V. da Silveira), 1938. — Lista preliminar dos fungos assinalados em plantas do Brasil. — *Rodriguesia*, São-Paulo, 2, n° spécial, 39-96.
- GRIST, 1936. — An outline of malayan agriculture. — *Department of Agriculture Straits Settlements and Federated Malay States*, Kuala Lumpur, Malayan Planting Manual, n° 2, 337 pp.
- GROBOT, 1929. — Le tapioca. — *Rev. Intern. Produits Coloniaux*, mars, 90-92.
- GAROOT (J. E. de) et KOOLHAAS (D. R.), 1937. — De beoordeeling van de kwaliteit van tapiocameel. — *Econ. Welkblad Nederl. Ind.* 30, 1590-1593.
- GUANZON (G. A.), 1927. — The possibilities of cassava production in the Philippines. — *Philip. Agric.*, XVI, 7, 433-440.
- HALEWIJEN (E. K. E.), 1930. — Invloed van de voorbehandeling van hat cassavembel op de viscositeit van de stijfsel. — *Indiische Mercur Amsterdam*, 1095.
- HANSSON (N.), 1913. — Cassava bran, a new feeding stuff. — *K. Landtbr. Akad. Handl. och Tidskr.*, LII, 370-376.
- et BENGTSOON (S.), 1930. — Zusammensetzung und Futterwert des Tapiocawurzeln. — *Tiernahrung*, Leipzig, 1, 4, 367-387.
- HARDY (G.) et RICHET (Ch. fils), 1933. — L'alimentation indigène dans les colonies françaises. — Vigot frères, Paris, 388 pp.
- HASTINGS (J. D.), 1944. — Note on the prussic acid content of manioc. — Rubber Research Scheme, non publ., reprint. in JOACHIM et PANDITSEKERE, *Trop. Agric.*, 100, 3, 150.
- HEDIN (L.), 1929. — La culture du manioc au Cameroun. — *Rev. Bot. Appl.*, IX, 311-314.
- 1931. — Culture du manioc en Côte d'Ivoire. Observations complémentaires sur la mosaïque. — *Rev. Bot. Appl.*, XI, 558-563.
- HEIM (R.), 1931. — Le *Phaeolus manihotis* sp. nov. parasite du manioc à Madagascar et considérations sur le genre *Phaeolus* Pat. — *Annales Cryptogamie Exotique*, VI, 176-189.
- HENNINGS (P.), 1908. — Flore du Bas et Moyen Congo. — *Ann. Mus. Congo*, 2, 230.
- HENRY (Y.) et AMMAN (P.), 1912. — Le manioc africain. — *Agric. Prat. Pays Chauds*, XII, 1, 353-368.
- HEINE (K.), 1932. — *Manihot utilissima*. Trabajo sobre la yuca y sus industrias. — *Bol. Agricult.*, Colombia, 127-146.
- HOOVER (A. A.), 1941. — The mineral analysis of some local jams and vegetables. — *Trop. Agric.*, XCVII, 4, 185-189.
- HUBERT (P.) et DUPRÉ (E.), 1910. — Le manioc. — Dunod et Pinat, Paris, 368 pp.
- HUERTAS (A. S.), 1940. — A study of the yield of cassava as affected by the age of cuttings. — *Philip. Agric.*, XXVIII, 9, 762-770.
- JACQUES (C.), 1937. — Le manioc et l'épuisement du sol. — *Rev. Agric. Nouméa*, 2581-2584.
- JACQUOT (R.) et NATAF (B.), 1936. — Le manioc et son utilisation alimentaire. — Hermann, Paris, n° 364, 59 pp.
- JOACHIM (A. W. R.) et PANDITSEKERE (D. G.), 1938. — The analysis of Ceylon foodstuffs. — II. Some important cereals, pulses, oilseeds and rotts. — *Trop. Agric.*, XC, 1, 7-10.

- JOACHIM (A. W. R.) et PANDITTESEKERE (D. G.), 1944. — Investigations on the hydrocyanic contents of manioc. — *Trop. Agric.*, C, 3, 150.
- JOLY (R. L.), 1931. — Les conséquences de la mosaïque du manioc. — *Rev. Bot. Appl.*, XI, 99-104.
- JUMELLE, 1935. — La culture du manioc aux Indes Néerlandaises. — *Prod. Colon. et Matér. Colon.*, n° 83.
- s. d. — Plantes à fécula et céréales. — *Bibliographie STAT*, Nogent-sur-Marne, 16-24.
- KAMAKURA (T.), 1937. — On the cassava industry in Formosa. — *Formos. Agric. Rev.*, 370, 711-749.
- KARRER (P.) et KRAUSS (E. von), 1929. — Beitrag zur physikalischen Struktur der Stärke. — *Helv. Chim. Acta*, 12, 6, 1144-1152.
- KERVEGANT (D.), 1938. — Le manioc et son utilisation à la Martinique. — *Bull. Agric. Martinique*, VII, 2, 60-73.
- KIOK (W.), 1935. — Der Maniok. — Lauban i/ Schlesien, Deutschland, 64 pp.
- KOCH (D. E. V.), 1936. — Chemical notes. — (16). Foodstuffs. (3) Manioc flour (Cassava). — *Trop. Agric.*, LXXXVII, 5, 296-298.
- KOCH (L.), 1934. — Cassaveselectie. — Veenman et Zonen, Wageningen, Ed. et MEER (M. van der), 1926. — Uitkomsten van eenige bemesting-proeven met cassava. — *Bericht. Allgem. Proefstat. Landbouw*, n° 50.
- KOSHY (T. K.), 1947. — The tapioca plant and methods for evolving improved strains for cultivation. — *Proc. Indian Acad. Sci.*, Sect. B, 26, 2, 32-58.
- KUFFERATH (H.) et GHESQUIÈRE (J.), 1932. — La mosaïque du manioc. — *Ann. Gembloux*, 38, 11, 365.
- LAGRIFFOUL, 1902. — Le manioc dans la province de Maroantsetra. — *Bull. Econ. Madagascar*, 4, 359-367.
- LALLA (G. D.), 1942. — An accidental discovery cassava cultivation. — *Proc. Agric. Soc. Trinidad et Tobago*, 42, 63-65 et 67-69.
- LAMBOURNE (J.), 1927. — A preliminary report on tapioca varieties at the Government Experimental Station, Serdang. — *Malay. Agric. J.*, XV, 2, 41.
- 1927. — A preliminary report on tapioca as a catch crop with oil palms. — *Malay. Agric. J.*, XV, 4, 104-113.
- 1937. — Tapioca varietal trials. — *Malay. Agric. J.*, XXV, 3, 107-112.
- 1937. — Experiments on the economic importance of soil fertility under continuous cropping with tapioca. — *Malay. Agric. J.*, XXV, 4, 134-145.
- LANJOUW (J.), 1939. — Two interesting species of *Manihot* L. from Suriname. — *Rec. Trav. Bot. Neerland.*, 36, 543-549.
- LEACH (A. E.), 1913. — Food inspection and analysis. — John Wiley et Sons, Inc., New-York.
- LECOINTE (P.), 1922. — La culture et la préparation du manioc en Amazonie. — *Rev. Bot. Appliquée*, II, 331-337.
- LEFÈVRE (P.), 1935. — Quelques considérations sur la mosaïque du manioc. — *Bull. Agric. Congo Belge*, XXXVI, 442-447.
- LEONARD (M. D.), 1930. — Root-weevil (*Coelosternus sulcatulus*) du manioc. Description. Mode de vie. — *J. Dept. Agric. Puerto Rico*, 159-165.
- LEPAGE (H. S.), GIANNOTTI (O.) et ORLANDO (A.), 1947. — Combate ao mandarova da mandioca (*Erinnyis ello* L.). — *O Biologico*, Brésil, 13, 2, 76-80.

- LE PELLEY (R. H.), 1931. — Introductory note on virus diseases of plants in Kenya. — *J. East Africa et Uganda Nat. Hist. Soc.*, 37, 198-200.
- LEROY (M.) et FRANÇOIS (A.), 1949. — Les plantes féculentes tropicales dans l'alimentation des animaux. — *Congrès des maniocs*, sept., 75-78. *Inst. Colon. Marseille.*
- LUC, 1925. — Le manioc à Madagascar. — *Rev. Bot. Appliquée*, V, 915-920.
- MAC CLEAN in litt. A. P. D. — Extracts from the report of the Plant Pathologist at the East African Agricultural Research Station. B. The mosaic, or leaf curl, of cassava. — LXXXIV, 2, 100-101.
- MACHADO (G.), 1924. — Culture du manioc dans l'Etat de São-Paulo, Brésil. — *Rev. Soc. Rural Brasil*, 233-239.
- MALLAMAIRE (A.), 1949. — Les insectes nuisibles au manioc en Afrique Noire. *Congrès des maniocs*, sept., 72-73. *Inst. Colon. Marseille.*
- MANIO (R. V.), 1919. — The use of cassava as a source of starch and alcohol. Non publ., cit. in GUANZON, *Philip. Agric.*, XVI, 7, 433-440.
- MARCUS (A.), 1935. — Maniok, *Manihot utilisissima* Pohl. — *Tropenpflanzer*, Dtsch., XXXVIII, 4, 145-157.
- MAYNÉ, 1928. — Quelques Longicornes nuisibles aux plantations. — *Rev. Zool. Afric.*, 15, 3, 43.
- MENDES (C. T.), 1931. — A biometria nos estudos de genetica. — *Rev. Agric. São-Paulo*, 6, 1/2, 3-20.
- 1933. — Culture du manioc au Brésil. — *Rev. Bot. Appliquée*, XIII, 145, 655-658.
- MENDIOLA (N. B.), 1926. — A manual of plant breeding for the tropics. — Bur. of Printing, Manila, 365 pp.
- 1931. — Cassava growing and cassava starch manufacture. — *Coll. Agric. Expt. Stat. Circ. n° 21*, Los Baños, Laguna.
- 1932. — Cultivo, industrias y comercio de yuca. — *Rev. Agric. Comerc. y Trabajo*, Habana, Cuba, XXX pp.
- 1932. — Somatic segregation observed in the College of Agriculture and their economic and genetic importance. — *Philip. Sci. Convention*, II, 2, 269.
- MERCADO (T.), 1939. — A comparative study of two bud sports of cassava and their parent varieties. — *Philip. Agric.*, XXVIII, 4, 308-320.
- 1939. — Construction and improvement of cassava graten in the College of Agriculture. — *Philip. Agric.*, XXIX, 2, 158-162.
- 1940. — A study of the yield of cassava as affected by the age of cuttings. — *Philip. Agric.*, XXIX, 6, 762-771.
- MICHAUD (M. R.), 1949. — Diagrammes des riz et des tapiocas. — *Congrès des maniocs*, sept., 84-85. *Inst. Colon. Marseille.*
- MIÉGE (E.), 1938. — Les cultures complémentaires au Maroc. — Gouvernement Chérifien, D. A. E., Service Agriculture et colonisation.
- MIÉGE (J.) et LEFORT (M.), 1949. — Le manioc en Côte d'Ivoire. — *Congrès des maniocs*, sept., 86-90. *Inst. Colon. Marseille.*
- MINY (M. P.), 1930. — Ravitaillement du personnel indigène et cultures vivrières dans la zone d'action du Kasai de la Société Internationale forestière et minière du Congo. — *Bul. Agric. Congo Belge*, 21, 890-896.
- MITSUMATSU (Y.), 1937. — On the cassava in Taiwan. — *Formos. Agric. Rev.*, 362, 57-78 et 363, 153-186.
- MODRIN (G.), 1933. — Le manioc. — *La Revue de Madagascar*, Tananarive, 4, 7-31.

- MOESICKE (D. van), 1929. — Monographie agricole du district de la Lulonga (Equateur). Les plantes alimentaires cultivées. — *Bull. Agric. Congo Belge*, 20, 536-540.
- MOLESTINA (E.), 1928. — El cultivo de la yuca en el Ecuador. — *Rev. Intern. Prod. Colon.*, 3, 175-176.
- MOLINARY-SALES (E.) et JULIA (F.), 1939. — Fertilizer experiments with cassava. — *Puerto Rico Agric. Expt. Stat. Ann. Rept.*, 87 pp.
- MONDONEDO (M.), 1928. — A comparative study of corn and cassava as feeds for hogs. II. Ground corn vs. raw chopped cassava. — *Philip. Agric.*, XVII, 2, 105-107.
- et ALONTE (F.), 1931. — A comparative study of corn, cassava, sweet potatoes and pong-pong as feeds for swine. — *Philip. Agric.*, XX, 2, 113-119.
- et BAYAN (P.), 1927. — A comparative study of corn and cassava as feeds for hogs. — *Philip. Agric.*, XV, 523-531.
- MONCLIN (H.), 1947. — La culture du manioc au Lac Alaotra. — *Rev. Inter. Prod. Colon. et Mat. Colon.*, XXII, 212, 102-105.
- MONTE (O.), 1941. — Mandarova da mandioca. — *O Biologico*, Brésil, 7, 2, 38-39.
- 1945. — Observações biológicas sobre *Coelosternus grani-collis* (Pierce), broca da mandioca. — *Arq. Inst. Biol. São Paulo*, 16, 89-109.
- MONTEJO (O. A.), 1940. — Consideraciones sobre el cultivo de la yuca en el Brasil y sobre la fabricacion de alcohol, almidon y harina y sus posibilidades en Colombia. — *Rev. Nac. Agric. Bogota*, XXXV, 428, 135-145.
- MONTEMAYOR (Z.), 1929. — A promising cassava grater for the farm. — *Philip. Agric.*, XX, 10, 593-597.
- MORRIS (J. P.), 1941. — Zinc content of some tropical foods. — *Trop. Agric.*, XCVI, 3, 174-176.
- MOUTON (J.), 1949. — Le manioc en Afrique Equatoriale Française. — *Congrès des maniocs*, sept., 107-110. *Inst. Colon. Marseille*.
- MUELLO (A. C.), 1936. — Cultivo y exploracion de la mandioca en la Argentina. — *La Hacienda*, New-York, XXXI, 6, 204-205.
- MULLER (A. S.), 1934. — Brazil : Preliminary list of diseases of plants in the State of Minas Geraes. — *Intern. Bull. Plant Protection*, 8, 193-198.
- MULLER (H. R. A.), 1931. — Mozaiekziekte bij cassava. — *Inst. Plantenziekten Proef. Landbouw*, Bull. n° 2, 17 pp.
- NEMOTO (Y.), 1941. — The toxicity of bread prepared with grated manioc flour containing hydrocyanic acid. — *Nutrition Abstr. et Review*, X, 4.
- NICHOLS (H. A.), 1920. — A text of tropical agriculture. — Mac Millan and C°, London, 312 pp.
- NICHOLS (R. F. W.), 1947. — Breeding cassava for virus resistance. — *East Afric. Agric. J.*, XII, 3, 184-194.
- NIJHOLT (J. A.), 1932. — Over vergifting door het eten cassavewortels en daaruit bereide producten. — *Landbouw.*, 7, 11, 859-871.
- 1935. — Opname van voedingsstoffen in den bodem bij cassava. — *Landbouw.*, XIII, 9, 329-351.
- NORMANHA (E. S.), 1946. — Culturas subsidiarias na fazenda de café. II. A mandioca. — *Bol. Superintend. Serviços Café*, 189-199.
- et BOOCK (O. J.), 1942. — Ensaio de variedades de mandioca na Estação Experimental de Ubatuba. — *Bragantia*, 2, 521-559.

- NORMANHA (E. S.), BOOCK (O. J.) et DE CASTRO (J. B.), 1946. — Observações de campo como contribuição ao estudo do superbrotamento ou envassouramento da mandioca. — *Rev. Agric. Piracicaba*, 271-302.
- et PEREIRA (A. S.), 1947. — Resultados experimentais sobre épocas do plantio da mandioca. — *Rev. Agric. Piracicaba*, 135-142.
- OPSOMER (J. E.), 1937. — De invloed van de mazaikiekte op de opbrengst van de cassave. — *Bull. Agric. Congo Belge*, XXIX, 317-322.
- 1939. — Technique et premiers résultats de l'amélioration du manioc à Yangambi (Congo Belge). — *Agric. Elev. Congo Belge*, XIII, 1, 4-7.
- PACCA (D. W.), 1937. — Contribuição ao estudo das doenças da mandioca. — *Rodriguesia*, Rio de Janeiro, III, 171-178.
- PACILLY (B.), 1926. — La culture du manioc dans les environs de Bangui. — *Bangassou*, 10 pp. dactyl.
- PARK (M.), 1934. — Report on the work of the mycological division. — *Ceylon Adminstr. Repts.*, Rept. Direct. Agric., 126-133.
- PASCALET (M.), 1932. — La mosaïque ou lèpre du manioc. — *Agron. Colon.*, XXI, 117-131.
- PECKHOLT (T.), 1878. — Monografia do milho e da mandioca. — Loemmert, Rio de Janeiro, 175 pp.
- PENULIAR (S.), 1933. — A comparative study of cassava refuse meal and rice bran as feeds for growing and fattening pigs. — Non publ., cit. in TABAYOYONG, 1935.
- PERAK (T.), 1940. — Los cromosomas de *Manihot tweediana*. — *Rev. Argén. Agron.*, 7, 4, 364-365.
- PERERA (J. A. Will), 1940. — Cassava in Ceylon. — *Trop. Agric.*, XCIV, 1, 24-26.
- PICKEL (D. B.), 1938. — Cultura e industria da mandioca no século 17 segundo Margrav. — *Rev. Agric. Piracicaba*, XIII, 207-212.
- PICKLES (A.), 1942. — Cassava in the Amazon Valley. — *Proc. Agric. Soc. Trinidad et Tobago*, 42, 141-149.
- PIERIS (E. A.), 1938. — Manioc starch and its possibilities. — *Trop. Agric.*, XCI, 1, 27-29.
- POPE (F. T.), 1929. — World trade in cassava, tapioca, and other farinaceous substances. — *Commerce Reports U. S. Dept. Com. Washington*, 678-680.
- PRUDHOMME (E.), 1920. — Maniocs du Cambodge. — Larose, Paris, 7 pp.
- 1920. — Note sur la composition de six échantillons de manioc du Cambodge. — *Bull. Agric. Inst. Sci. Saïgon*, 2, 196-199.
- PYNAERT (L.), 1928. — Le manioc. — *Bull. Agric. Congo Belge*, XIX, 11, 163-241.
- RAMIREZ (J. H.), 1936. — El contenido de ácido cianhídrico y almidón en variedades de yuca (*Manihot utilissima*) de recién importación. — *Rev. Agric. Puerto Rico*, XXVIII, 2, 239-244.
- RANGEL (J. de C.), 1937. — A cultura da mandioca e sua industrialização. — *Rev. Soc. Rur. Brasil*, XVII, 204, 38-43.
- REGNAUDIN (A.), 1932. — Le manioc : culture, industrie. — Editions Marit. et Colon., Paris, 104 pp.

G. COURS

- REGNAUDIN (A.), 1936. — Méthode d'analyse proposée pour le classement des féculs et amidons. — *Bull. Ass. Chim. Suc. Dist.*, mai, 477-479.
- REINKING (O. A.), 1918. — Philippine economic plant diseases. — *Philip. J. Sci.*, 13, 165-274.
- 1919. — Philippine plant diseases. — *Phytopathol.*, 9, 114-140.
- ROGER (L.) et MALLAMAIRE (A.), 1937. — Notes de phytopathologie africaine. — *Ann. Agric. A. O. F. et Etranger*, I, 203-206.
- ROLLOT (C.), 1926. — Le manioc à Madagascar. — *Rev. Bot. Appl.*, IV, 81-88 et 152-159.
- ROSSEN (C. van), 1932. — De saurenstelling van cassavewortels bij toemenenden heeftijd. — *Meded. van alg. Proefstat.*, 28, 14-25.
- ROXAS (M. L.) et MANIO (R. V.), 1921. — Starch from cassava. — *Philip. Agric.*, X, 73-74.
- SACCARDO (P. A.), 1881. — Sylloge fungorum. — 1, 13.
- 1911. — Notae mycologicae. — *Ann. Mycol.*, 9, 249-257.
- 1913. — Sylloge fungorum. — 22, 1250.
- 1931. — Sylloge fungorum. — 25, 36 et 773.
- SAGOT (P.) et RAOUL (E.), 1893. — Manuel pratique des cultures tropicales. — Challamel, Paris.
- SANTIAGO (E. C.), 1933. — Informações sobre a cultura da mandioca. — *Bol. Agric. Zootec. Veter.*, VI, 8, 499-502.
- SCHELTEMA (A. M.), 1936. — Wereldproductie en wereldconsumptie van cassavaproducten. — *Econ. Weekbl. Nederl. Ind.*, 1183-1189 et 1232-1235.
- SCHENDEL (G. van), 1930. — Culture et commerce du manioc aux Indes Néerlandaises. — *Agric. et Elev. Congo Belge*, 43-45.
- SCOTT (J. M.), 1929. — Root crop grown in Florida. — *Florida Dept. Agric. Bull.*, n° 31, 5-63.
- SEAVER (J. F.), et CHARDON (C. E.), 1926. — Scientific survey of Porto-Rico and the Virgin Islands. — *Proc. New-York Acad. Sci.*, 8, 1-208.
- SETZER (J.), 1945. — Production of alcohol from sugar cane and cassava from the pedological standpoint. — *Engenharia*, 4, 39.
- SEYMOUR (A. B.), 1929. — Host Index of the fungi of North America. — Cambridge, 459.
- SILBERSCHMIDT (K.) et CAMPOS (A. R.), 1944. — Estudos relativos à doença « superbrotamento » ou « envassouramento » da mandioca. — *Arq. Inst. Biol. São-Paulo*, 15, 1-26.
- SISON (P. L.), 1921. — Variety test of cassava based on production. — Non publ., cit. in MENDIOLA, 1931.
- SOBRAL PINTO (G.), 1938. — Notas sobre usos, cultura, indústria e comércio da mandioca. — Tipogr. Coelho Vitoria.
- SOLIVEN (F.), 1921. — The chemical changes in cassava preceding and following maturity. — *Philip. Agric.*, XVI, 7, 433.
- SPEGAZZINI (C.), 1913. — Mycetes argentinenses. — *Ann. Mus. Nac. Hist. Nat. Buenos-Aires*, 24, 167-186.
- SPOON (W.), 1949. — L'application de la farine d'arrow-root à Java. — *Congrès des maniocs*, sept., 131. *Inst. Colon. Marseille*.
- 1949. — La cassave comme matière première des dissolvants techniques. — *Congrès des maniocs*, sept., 132-133. *Inst. Colon. Marseille*.

- SREERAMAMURTHY (V. V.), 1945. — Investigations on the nutritive value of tapioca (*Manihot utilisima*). — *Ind. J. Med. Res.*, 33, 2, 229-238.
- STANER (P.), 1931. — Mosaïque des feuilles de manioc. — *Bull. Agric. Congo Belge*, 75-80.
- STAPLES (E. G.), 1936. — The organization of agricultural education in Uganda. — *East Afric. Agric. J.*, II, 1, 40-43.
- STEHLÉ (H.), 1940. — La culture du manioc à la Martinique et ses possibilités industrielles. — *Bull. Agric. Martinique*, 229-245.
- STEYAERT (R. L.), 1946. — Another superior pith for free-hand sections. — *Science*, 103, 695.
- STOCK (van der), 1930. — Renseignements concernant la culture de la cassave. — *Agric. et Elev. Congo Belge*, 2, 294.
- STOREY (H. H.), 1936. — Virus diseases of East African Plants. VI. A progress report on studies of the disease of cassava. — *East Afric. Agric. J.*, II, 1, 34-39.
- 1940. — Plant pathology. — *Ann. Rept. East Afric. Agric. Res. Stat. Amani*, n° 180, 8-11.
- et NICHOLS (R. F. W.), 1938. — Virus diseases of East African plants. VII. A field experiment in the transmission of cassava mosaic. — *East Afric. Agric. J.*, III, 6, 446-449.
- SUTRA (M. R.), 1949. — Note sur la constitution des amidons. — *Congrès des maniocs*, sept., 57-58. *Inst. Colon. Marseille*.
- SYDOW (H.) et SYDOW (P.), 1913. — Enumeration of Philippine fungi with notes and description of new species. — *Philip. J. Sci.*, 8, 265-286 et 475-508.
- TABAYOYONG (T. T.), 1935. — The value of cassava refuse meal in the ration for growing chicks. — *Philip. Agric.*, XXIV, 509-518.
- TABENHAUS (J. J.), 1919. — Recent studies on *Sclerotium rolfsii*. — *J. Agric. Res.*, XVIII, 127-138.
- TAMPANY (H. A.), 1920. — Expériences sur les variétés de plantes vivrières. — *Dept. Agric. Ile Maurice*, n° 19, 2-8.
- TARDIEU (L.), 1931. — Le manioc. La fécule et le tapioca. — *VI^e Congrès des Produits Coloniaux*, 67-79.
- TASUGI (H.) et IKEDA (Y.), 1939. — *Phytophthora* blight of *Hibiscus manihot*. — *Ann. Phytop. Soc. Japan*, 9, 2, 70-85.
- THOMPSON (A.), 1939. — Notes on plant diseases in 1937-38. — *Malay. Agric. J.*, XXVII, 3, 86-99.
- TIDBURY (G. E.), 1937. — A note on the yield of mosaic diseased cassava. — *East Afric. Agric. J.*, III, 2, 119.
- TOURNEUR (M.), 1949. — La culture du manioc à Madagascar. — *Congrès des maniocs*, sept., 58-62. *Inst. Colon. Marseille*.
- 1950. — La culture du manioc. — *Entrep. et Prod. de Madagascar*, n° 2, 29-40.
- TRACY (S. M.), 1903. — Cassava. — *U. S. Dept. Agric. Farm. Bull.* 167.
- TROCHAIN (J.). — Une mission botanique et agronomique au Sénégal. — *Bull. Com. Etudes Hist. Sci. A.O.F.*, Larose, Paris.
- TUBANGUI (M. A.), MASILUNGAN (V. A.) et HIPOLITO (D.), 1939. — The fermentation of cassava and molasses for the production of acetone and normal butyl alcohol. — *Philip. J. Sci.*, LXX, 2, 123-132.
- TURNOCK (B. J. W.), 1937. — An investigation of the poisonous constituents of sweet cassava (*Manihot utilisima*) and the occurrence of hydrocyanic acid in foods prepared from cassava. — *J. Trop. Medic. Hyg.*, XL, 6, 65-66.

- VEEN (A. G. van) et LANZING (J. C.), 1941. — Over het koolhydraat en het eiwit van cassave. — *Geneesk. Tijdschr. Nederl. Ind.*, 81, 44, 2330-2342.
- VEER (K. van der), 1926. — Tweede gewassen. — Middelbare Landbouwschool Buitenzorg.
- VIEGAS (A. P.), 1940. — Anatomia da parte vegetative da mandioca. — *Inst. Agron. Estad. Campinas*, n° 74, 31 pp.
- 1941. — Manchas das folhas da mandioca produzidas per Cercosporas. — *Bragantia*, 1, 3, 233-248.
- 1943. — Alguns fungos da mandioca. I. 1. *Sclerotium Rolfsii* Sacc., *Oidium manihotis* Henn., *Phyllosticta manihotae* n. sp. — *Bragantia*, III, 1, 1-19.
- 1943. — Alguns fungos da mandioca. II. 1. *Exidiopsis manihoticola* n. sp. 2. *Fusarium aquaeductum* var. *medium* W. — *Bragantia*, III, 2, 21-29.
- 1943. — Notas sobre tres fungos brasileiros. — *Bragantia* III, 3, 45-48.
- VIEILLA (D.), 1907. — Essai de culture du manioc à Hué. — *Bull. Econ. Indochine*, 160.
- VIGNOLI, 1949. — Caractères analytiques des tapiocas. — *Congrès des maniocs, sept.*, 81-83. *Inst. Colon. Marseille*.
- VINCENS (F.), 1915. — Une maladie cryptogamique du *Manihot Glaziovii*, arbre à caoutchouc du Ceará. — *Bull. Soc. Pathol. Végét. France*, 2, 22-25.
- WESTER (P. J.), 1925. — Foods plants of the P. I. Bur. of Agric. ; *Bull.* n° 39.
- WIEHR (E.), 1930. — Beiträge zur Kenntnis der Anatomie der wichtigsten Euphorbiaceensamen unter besonderer Berücksichtigung ihrer Erkennungsmerkmale in Futtermitteln. — *Landb. Versuchs-Stationen*, 110, 5/6, 313-398.
- WIRTZ (H. A.), 1937. — Eenige aantekeningen over de kwaliteit en den handel van cassava meel in west Java. — *Landbouw*, XIII, 7/8, 514-523.
- WOODMAN (H. E.), KITCHIN (A. W.) et EVANS (R. E.), 1931. — The value of tapioca flour and sago pith meal in the nutrition of swine. — *J. Agric. Sci.*, 21, 3, 526-546.

B. — ARTICLES NON SIGNÉS ET CIRCULAIRES

- EMPLOI DES ENGRAIS CHIMIQUES DANS LA CULTURE DU MANIOC. — *Entrep. et Prod. de Madagas.*, 1950, 63-65.
- NOTICE SUR LA CULTURE DU MANIOC DANS LA CIRCONSCRIPTION DES BAKOUGNIS. — *Bull. Econ. A.E.F.*, 1929, 51.
- LA CULTURE COMBINÉE DES ARACHIDES ET DU MANIOC AU SÉNÉGAL. — *Rev. Bot. Appl.*, 1928, 583-584.
- NOTE SUR LA CULTURE DU MANIOC A LA STATION AGRONOMIQUE DE BENGAT. — *Bull. Econ. Indochine*, 1920, 273.
- THE CAMOTE AND CASSAVA. — *Dept. Agric. Philip. Islands, Manila, Circ.* n° 68, 2 pp.

EXPLICATION DES PLANCHES

- PL. I. — Coloration des jeunes feuilles. — *a*, type 1; *b*, type 2; *c*, type 3; *d*, type 4; *e*, temps d'imprégnation 5; *f*, temps d'imprégnation 12.
- PL. II. — Couleur des rameaux. — *a*, type 1; *b*, type 2; *c*, type 3; *d*, type 4; *e*, type 5; *f*, type 6; *g*, type 7; *h*, type 8.
- PL. III. — Couleur des bois. — Bois d'un an : *a*, type 1; *b*, type 2; *c*, type 3; *d*, type 4. — Bois de deux ans : *e*, type 1; *f*, type 2; *g*, type 3; *h*, type 4.
- PL. IV. — Couleur des pétioles : *b* 1, type I; *b* 2, type II; *b* 3, type III; *b* 4, type IV; *b* 5, type V; *b* 6, type VI; *b* 7, type VII; *b* 8, type VIII. — Couleur de l'œil : *a* 1, type I; *a* 2, type II; *a* 3, type III.
- PL. V. — Couleur des nervures. — *a* 1, type 2; *a* 2, type 6; *b* 1, panachure sur *Mahogobe* (feuille de base); *b* 2, panachure sur *Mahogobe* (feuille supérieure); *b* 3, panachure sur un *Manioc de Java*; *b* 4, panachure sur A. 63 de l'Alaotra; *c* 1, limbe vert sur *Mahogofotsy*; *c* 2, limbe vert jaunâtre sur H. 33; *c* 3, limbe vert foncé sur *Bouquet*; *c* 4, limbe violacé sur *Nodewide*.
- PL. VI. — Feuille, couleur de la face inférieure du limbe : *a* 1, type 1 : vert foncé; *a* 2, type 2 : vert jaunâtre; *a* 3, type 3 : vert blanchâtre; *a* 4, type 4 : limbe violacé. — Bois, structure du bois : *b* 1, liège; *b* 2, phellogène; *b* 3, phelloderme; *b* 4, liber; *b* 5, bois. — Structure de la feuille : *c* 1, épiderme supérieur; *c* 2, tissu en pallissade; *c* 3, tissus lacuneux; *c* 4, épiderme inférieur. — Structure de la racine : *d* 1, liège; *d* 2, phellogène; *d* 3, phelloderme; *d* 4, liber; *d* 5, cylindre central.
- PL. VII. — La fleur femelle. — A, Couleur des sépales : *a* 1, type 1; *a* 2, type 2; *a* 3, type 3; *a* 4, type 4. — B, Couleur du torus : *b* 1, type 1 (torus jaune); *b* 2, type 2, torus coloré (rougeâtre); *b* 3, type 3, torus coloré (brun-rouge). — C, Pistil : *c* 1, aile verte (type 1), corps vert (type 1); *c* 2, aile colorée (type 2), corps vert (type 1); *c* 3, aile colorée (type 2), corps coloré (type 2). — D, Stigmate : *d* 1, stigmate blanc; *d* 2, stigmate rouge (type 2); *d* 3, stigmate rose (type 1).
- PL. VIII. — Les organes de reproduction. — Fleur mâle : *a* 1, *a* 2, *a* 3 : inflorescence, fleur, anthères sur clone à fleurs mâles stériles; *b* 1, *b* 2, *b* 3 : mêmes organes sur clone à fleurs fertiles; *b* 4, grains de pollen. — Fruit : couleur du renflement pédonculaire fructifère : *c* 1, type 1; *c* 2, type 2; *c* 3, type 3; *c* 4, type 4. — Graine : aspect des marbrures du corps de la graine : *d* 1 : H. 31; *d* 2 : H. 34; *d* 3 : H. 32; *d* 4 : H. 35.
- PL. IX. — Racines. — A, Couleur du liège : *a* 1, liège gris (type 1); *a* 2, liège brun-chocolat (type 2). — B, Couleur du phelloderme : *b* 1, phelloderme blanc (type 1); *b* 2, phelloderme rose violacé (type 2); *b* 3, phelloderme rose violacé foncé (type 2), sur variété à stigmate rouge. — C, Couleur du cylindre central : *c* 1, pulpe blanche (type 1); *c* 2, pulpe jaune (type 2); *c* 3, faisceaux ligneux colorés sur clone à stigmate rouge.

PL. X. — Pourritures. — A, Pourritures physiologiques : *a* 1, taches brunes de la pulpe; *a* 2, pourriture terminale; *a* 3, pourriture pédonculaire; *a* 4, liquéfaction centrale. — B, Pourriture provoquée par l'inondation.

PL. XI. — La mosaïque aux divers degrés de virulence. — 0, rameau sain; 1, intensité I; 2, intensité II; 3, intensité III; 4, intensité IV; 5, intensité V.

PL. XII. — Pourriture pathogène. — Pied de Manioc atteint par *Phaeolus Manihotis*.

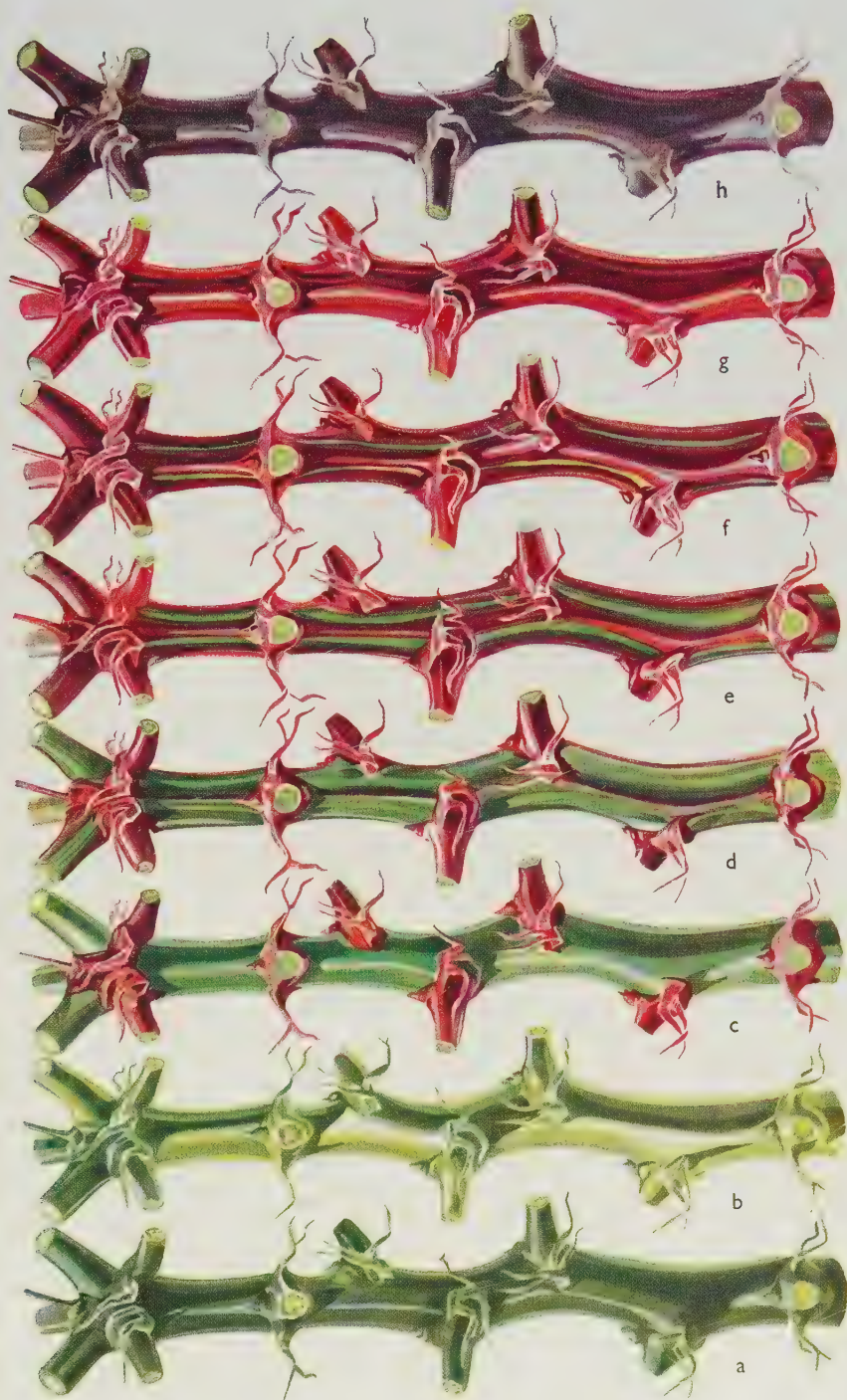
PL. XII'. — A, Angle d'attache du pétiole : A 1 : type 1; A 2 : type 2; A 3 : type 3; A 4 : type 4; A 5 : type 5; A 6 : type 6. — B, Déviation du pétiole.

PL. XIII. — Formes des lobes. — A, Type 1 : lobe étroit; B, Type 2 : lobe à marges parallèles; C, Type 3 : lobes normaux dont le point d'élargissement maximum est proximal (*c*¹), médian (*c*²), submédian (*c*³), terminal (*c*⁴); D, Type 4 : lobes larges dont le point d'élargissement maximum est préterminal (*d*¹), médian (*d*²), terminal (*d*³); E, Type 5 : lobes arrondis dont le point d'élargissement maximum est préterminal (*e*¹), terminal (*e*²).

PL. XIV. — Sinus lobaires. — *a* 1, *a* 2, *a* 3, *a* 4, diminution de l'ouverture du sinus sur le n° 17.896; *b* 1, *b* 2, *b* 3, diminution de l'ouverture sur le clone *Mahogobe*; *c* 1, sinus basilaire fermé sur n° 5.545; *c* 2, sinus basilaire ouvert sur H. 34.

PL. XV. — Dimension du velum : A 1, type 1, marque du velum; A 2, type 2; A 3, type 3; A 4, type 4; A 5, type 5. — Port du velum : B 1, type 1 rectiligne; B 2, type 2 dressé; B 3, type 3 retroussé; B 4, type 4 plissé. — Ornementation du velum : C 1, type denté; C 2, type 2 stipulé; C 3, type 3 frangé.











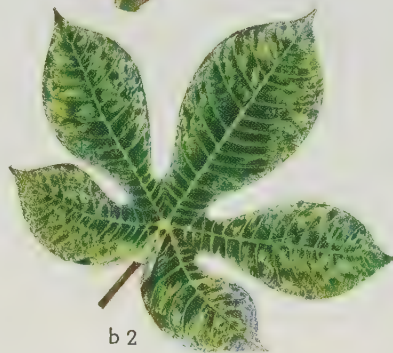
a 1



a 2



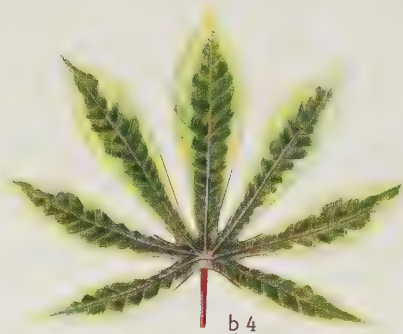
b 1



b 2



b 3



b 4



c 1



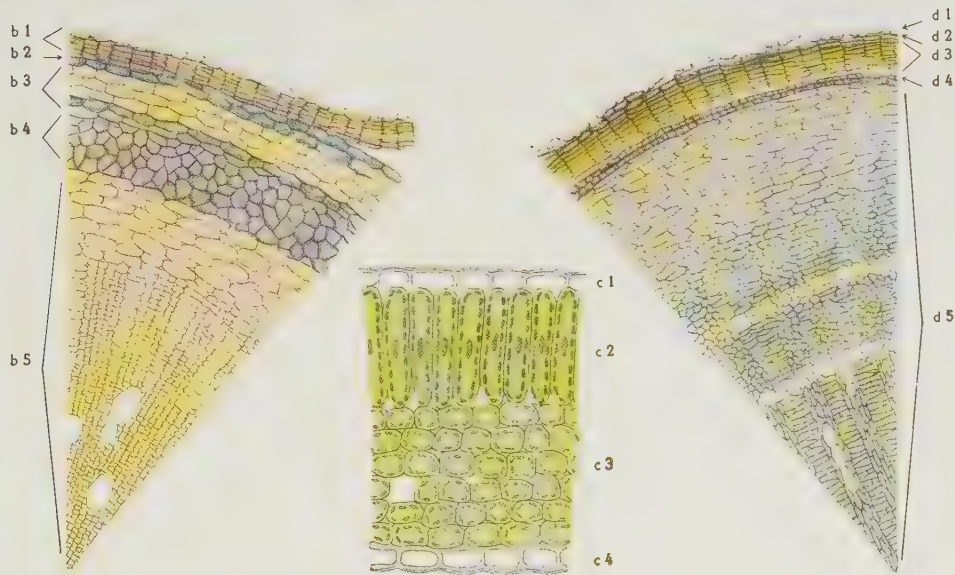
c 2

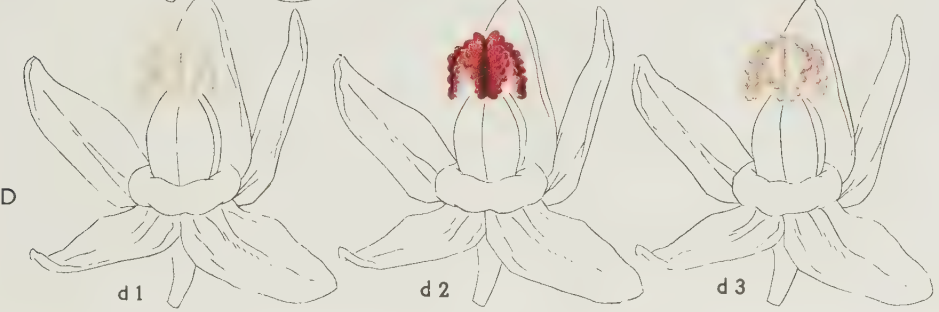
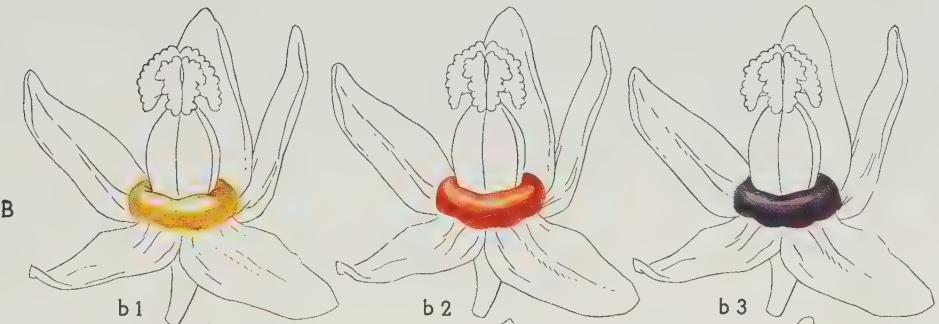


c 3



c 4

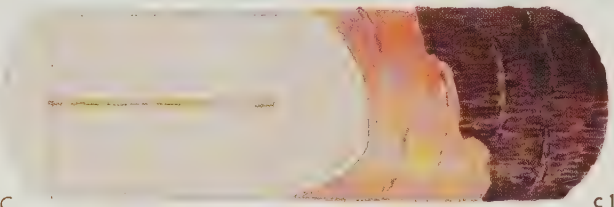
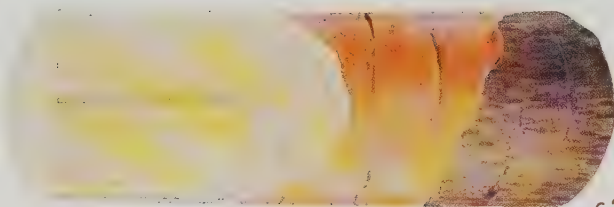


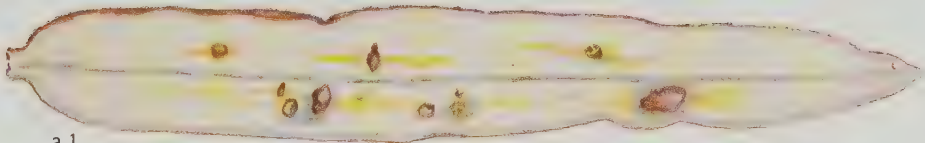






a 1





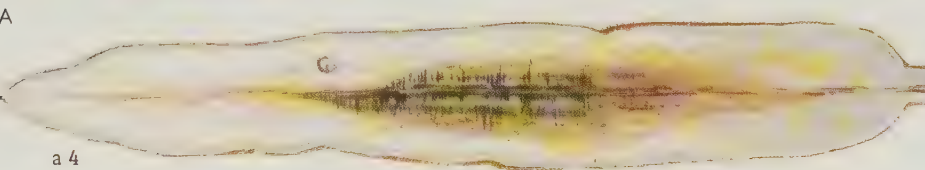
a 1



a 2



a 3



a 4

A

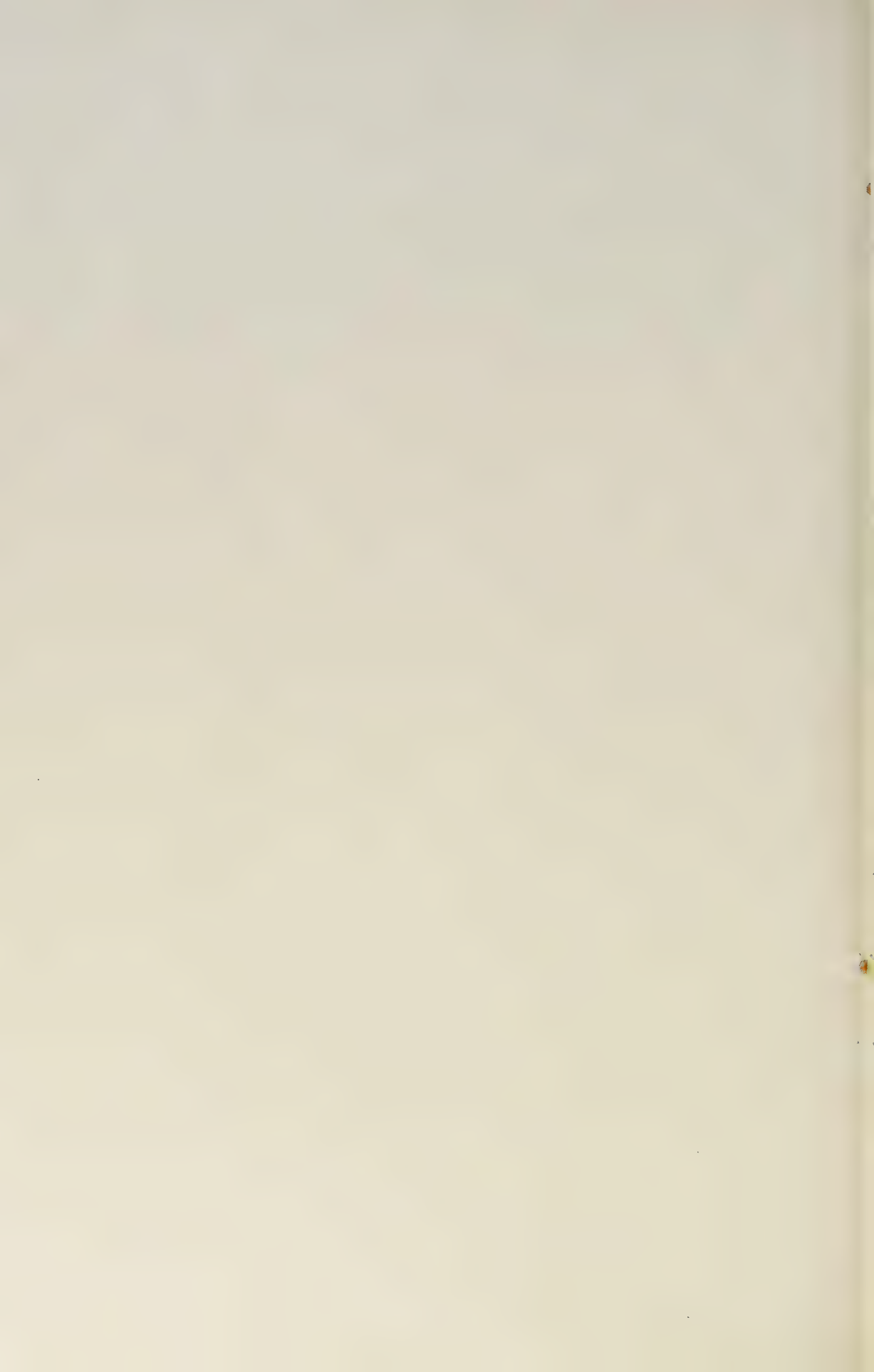


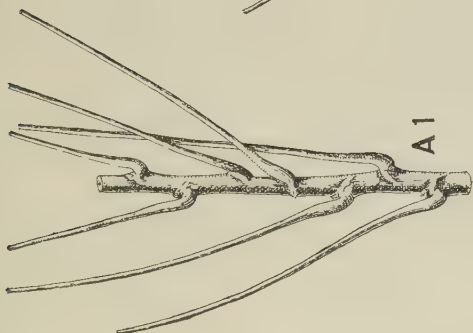
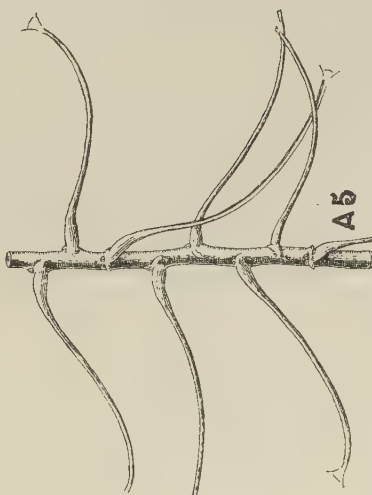
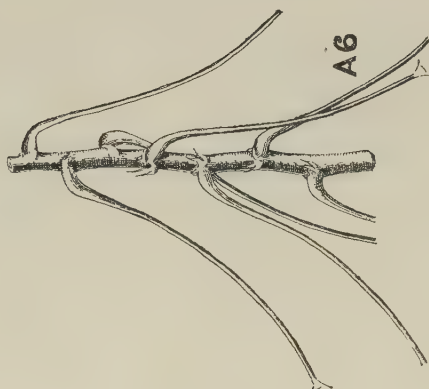
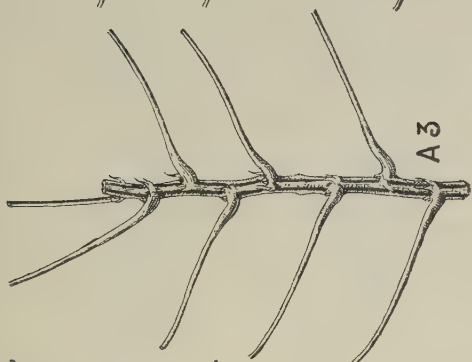
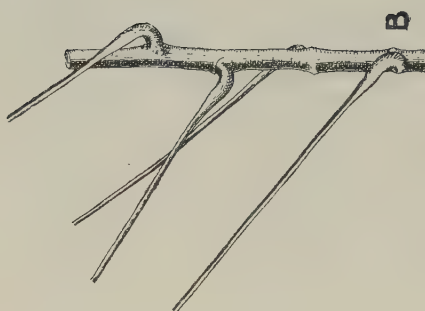
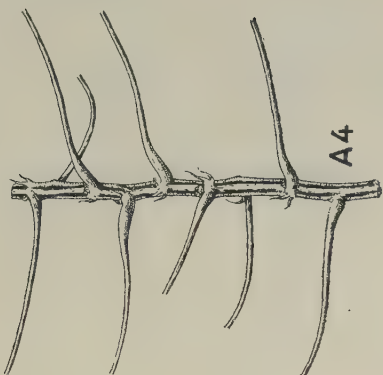
B

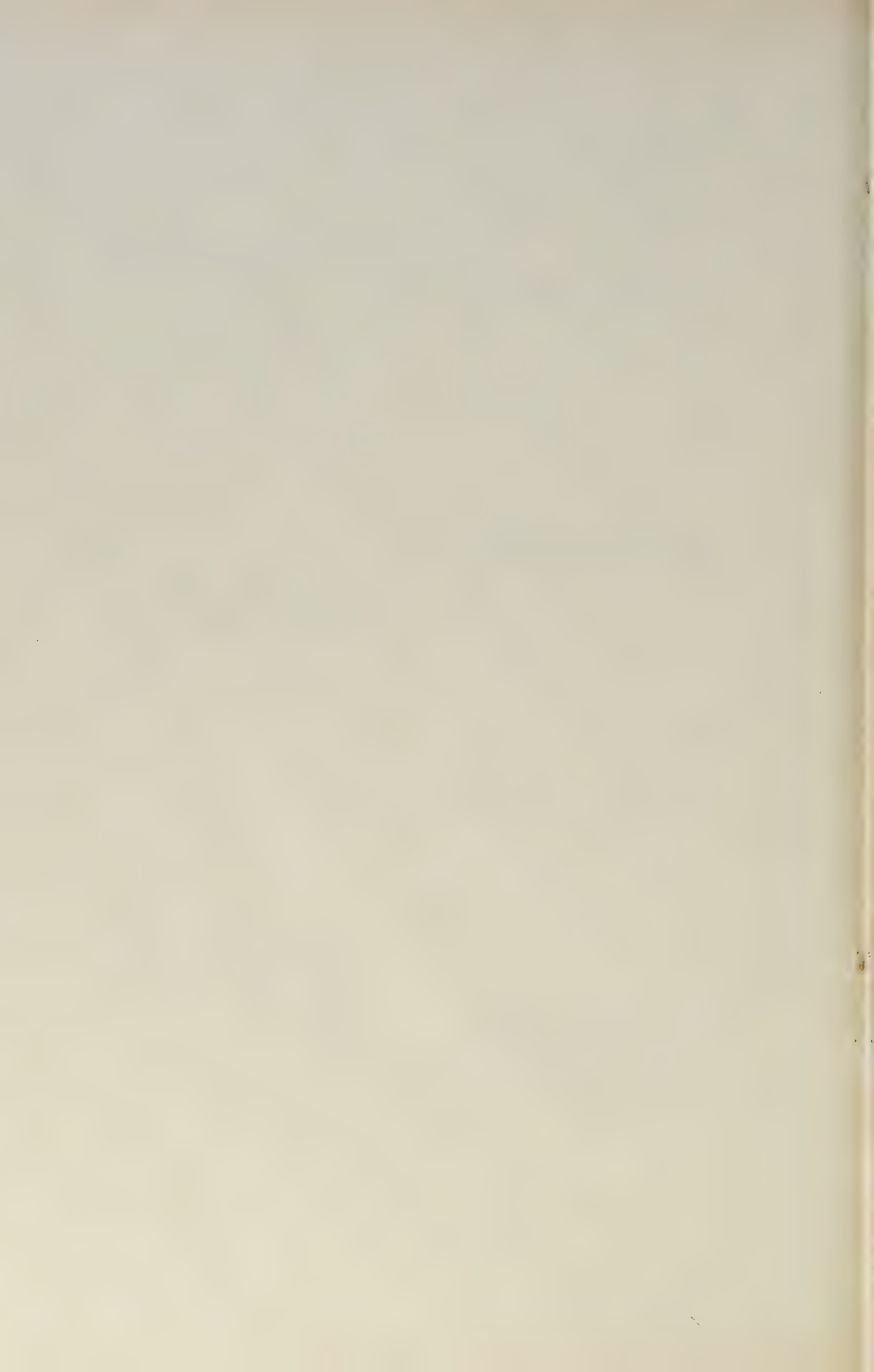


Мисс. Кубаржаенг











A



B



c¹



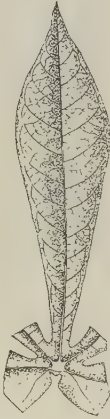
c²



c³



c⁴



d¹



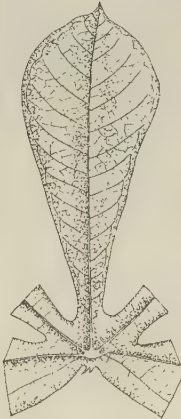
d²



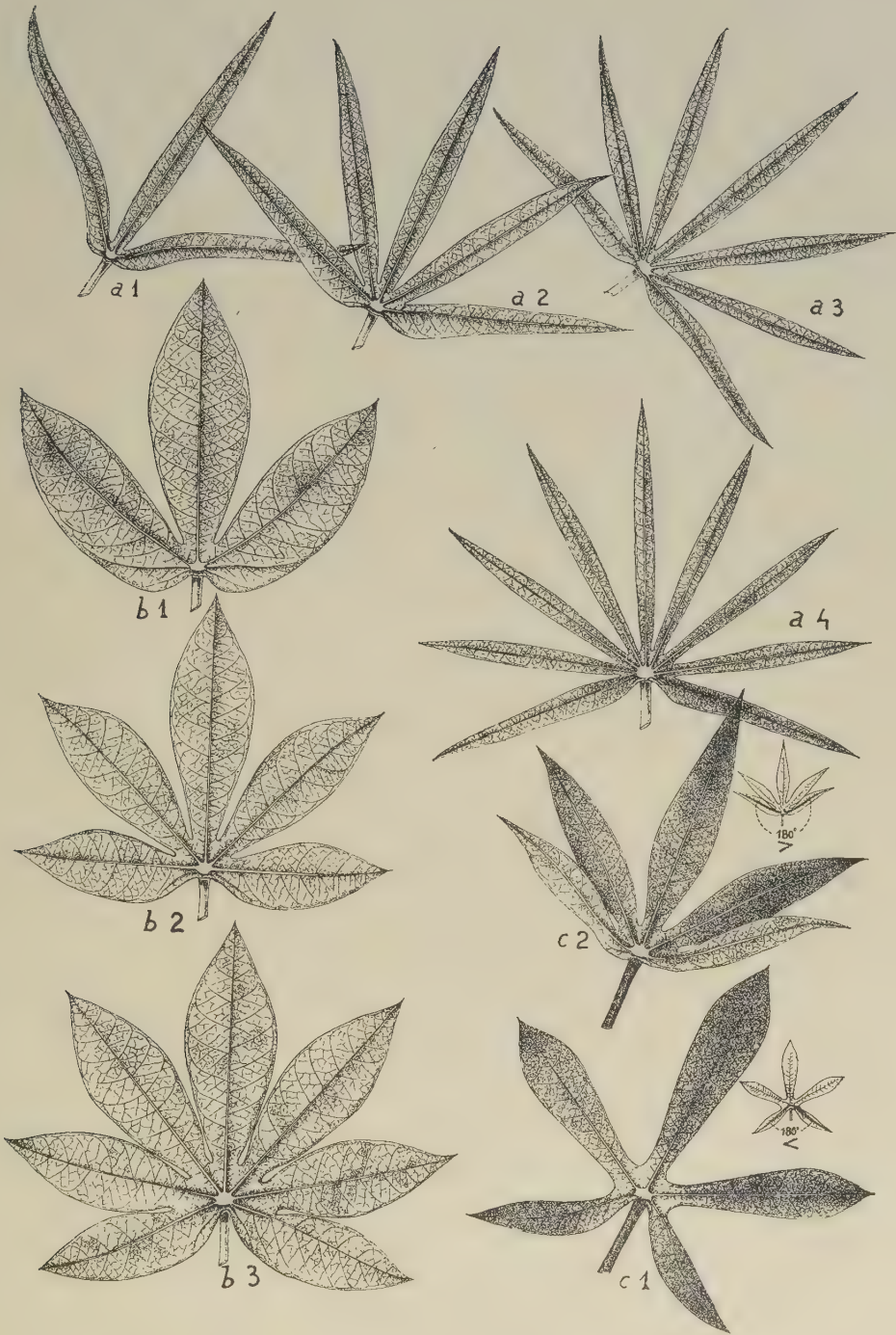
e¹

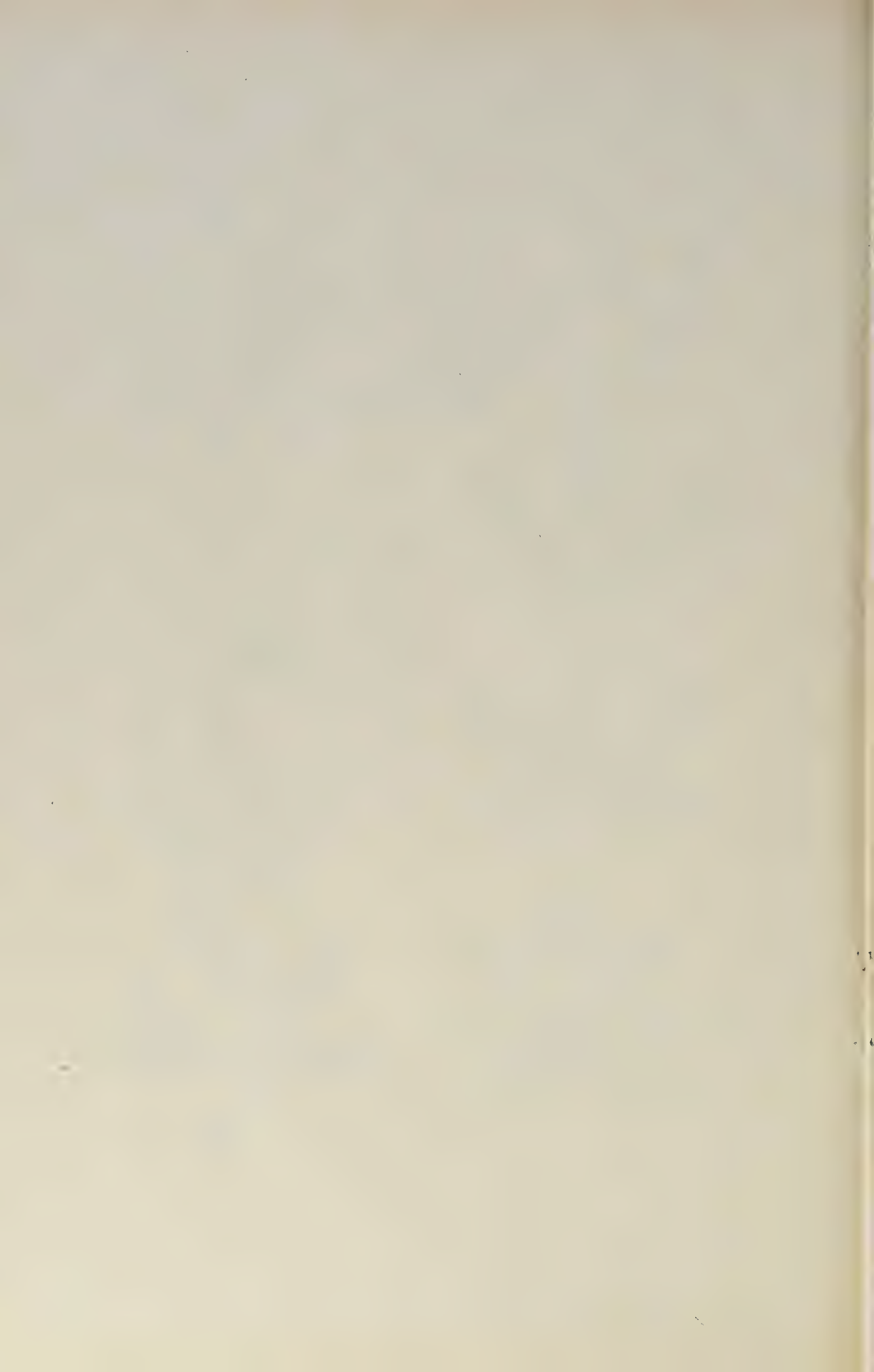


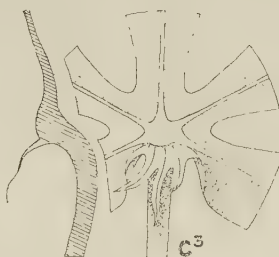
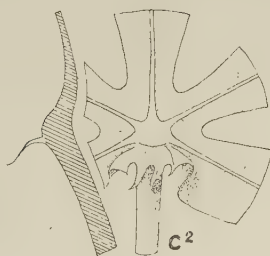
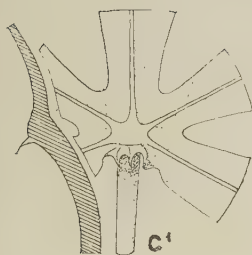
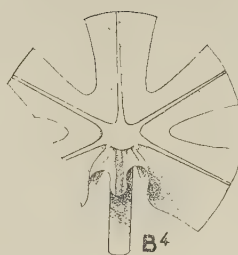
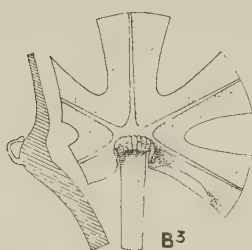
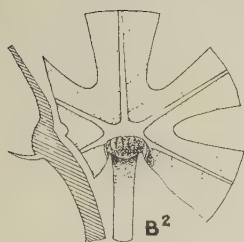
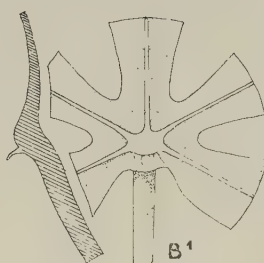
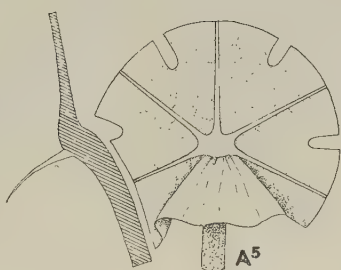
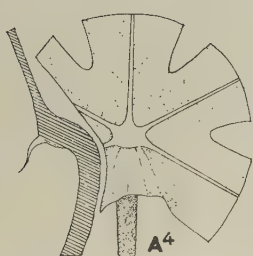
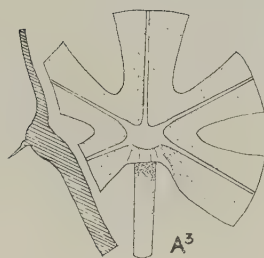
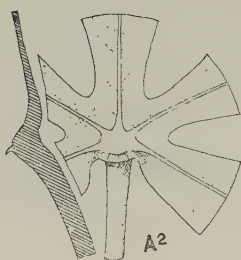
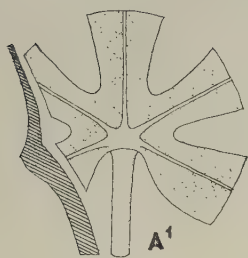
e²



d³







DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

LE RIZ A MADAGASCAR

VU ET APPROUVÉ :

Paris, le 18 Mai 1950,

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

A. CHATELET

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

Jean SARRAILH

